

HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA, HYDROGRAPHICA ET
PROTISTOLOGICA

EDITORES:

Gunnar Alm
Drottningholm

H. d'Ancona
Padova

Kaj Berg
København

E. Fauré-Fremiet
Paris

† F. E. Fritsch
Cambridge

H. Järnefelt
Helsinki

G. Marlier
Congo-belge

C. H. Mortimer
Ambleside

P. van Oye
Gent

K. Ström
Oslo

N. Wibaut-Isebree Moens
Amsterdam

W. R. Taylor
Ann Arbor



UNIVERSITY OF HAWAII
LIBRARY

FEB 1 '55

HYDROBIOLOGIA publishes original articles in the field of Hydrobiology, Hydrography and Protistology. It will include investigations in the field of marine and freshwater Zoo- and Phytobiology, embracing also research on the Systematics and Taxonomy of the groups covered. Preliminary notices, polemics, and articles published elsewhere will not be accepted. The journal, however, contains reviews of recent books and papers.

Four numbers of the journal are published every year. Each number averages about 100 pages. Contributions must be clearly and concisely composed. They must be submitted in grammatically correct English, French, German, Italian or Spanish. Long historical introductions are not accepted. Protocols should be limited. Names of animals and plants must be given according to the laws of binominal nomenclature adopted at the recent International Congresses of Zoology and of Botany, including the author's name; it is desirable that the latter should be given in full. Measures and weights should be given in the decimal system. Every paper has to be accompanied by a short summary, and by a second one, written in an alternative language.

Manuscripts should be typewritten in double spacing on one side of the paper. The original should be sent. Original drawings should be submitted. Text figures will be reproduced by line engraving and hence should not include any shading, although figures which cannot be reproduced in this manner will be accepted if necessary. All drawings should be made on separate sheets of white paper, the reduction desired should be clearly indicated on the margin. The approximate position of text-figures should be indicated on the manuscript. A condensed title, should be cited as follows: in the text — **AHLSTROM** (1934); in the references - **AHLSTROM, E. H., 1934.** Rotatoria of Florida; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 53: 252—266. In the case of a book in the text - **HARVEY** (1945); in the references - **HARVEY, H. W.:** Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, Cambridge Univ. Pr., London 1945. Author's names are to be marked for printing in small capitals, latin names of animals and plants should be underlined to be printed in italics.

The various types of printing should be indicated by underlining the words in the following way:

- ===== CAPITALS, e.g. for headlines; preferably *not* in the text.
- or straight blue line: SMALL CAPITALS, e.g. *all* names of persons, both in the text and in the references.
- heavy type, e.g. for sub-titles; preferably *not* in the text.
- ~~~~~ or straight red line: *italics*, e.g. *all* Latin names of plants and animals, except those in lists and tables.
- — — — — spaced type.

Manuscripts may be sent to any member of the board of editors or directly to the *hon. secretary, Prof. Dr. P. van Oye, 30, St. Lievenslaan, Ghent, Belgium*, to whom proofs must be returned after being clearly corrected. Fifty free reprints of the paper with covers will be furnished by the publishers. Orders for additional copies should be noted on the form which is enclosed with the galleyproofs.

Books and reprints are to be sent to the honorary secretary directly.

Recherches hydrobiologiques dans les rivières du Congo Oriental

II. Etude écologique

par G. MARLIER

Laboratoire d'Uvira

INSTITUT POUR LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE EN AFRIQUE CENTRALE

INTRODUCTION

L'étude des rivières du Congo oriental apporte au naturaliste de nombreuses surprises. Elle modifie en effet du tout au tout les notions conventionnelles que l'on peut se faire du monde animal sous les tropiques d'après les descriptions traditionnelles des voyageurs. Une pareille surprise frappe d'ailleurs les membres de l'expédition Hugh Scott et Everard Britton qui explora en 1937—1938 le sud-ouest de l'Arabie. Dans une région, qui promettait surtout de vastes étendues désertiques, le Yémen, se rencontre un massif montagneux où des ruisseaux frais entrecoupés de vertigeneuses cascades offrent un abri de choix aux plantes et aux animaux hydrophiles.

Les voyageurs qui ont parcouru l'Afrique centrale, et particulièrement les régions forestières équatoriales, ont évoqué des images de rivières majestueuses, calmes, aux eaux rouges, où les rives, les îles et les bancs de sable se confondent. Les fluctuations de niveau y sont peu importantes et la profondeur des eaux peut y être considérable.

Aux bords de la cuvette congolaise, par contre, ces cours d'eau présentent des cataractes importantes lorsqu'ils passent d'un bassin supérieur stabilisé dans un autre inférieur, ayant lui aussi atteint son profil d'équilibre. La „zone” tourmentée est donc étroite et sépare deux régions à relief relativement adouci.

C'est le cas que nous rencontrons le plus habituellement sur la rive gauche du Congo non loin de la frontière de l'Angola.

Une autre région de relief accidenté est la traversée des Monts

de Cristal par le fleuve Congo. Nous avons là une région à peine montagneuse d'une largeur de 120 Km., ne dépassant nulle part l'altitude de 1.000 m., parcourue par des cours d'eau dont nous ne savons actuellement que peu de chose aux points de vue écologique et faunistique.

Par contre les montagnes du Congo oriental représentent une zone montagneuse de grande largeur, comprenant les cours supérieurs des affluents de droite du Lualaba, les bassins des Lacs Edouard, Albert, Kivu et Tanganyika (eux-mêmes tributaires soit du Nil soit du Congo) et des affluents supérieurs du Nil se déversant dans le bassin du Lac Victoria.

A cet endroit ont pu se développer et agir sur de longues périodes des conditions écologiques: climat, érosion, milieu végétal, caractéristiques des hautes altitudes et des faunes particulières s'y sont différenciées.

Vu l'âge géologiquement récent de ces régions montagneuses, on ne doit pas s'attendre à y rencontrer des modifications aussi profondes dans les groupements animaux qui les ont colonisées que dans d'autres régions montagneuses du globe.

Première Partie: Géographie et Milieu physique

Géographiquement les cours d'eau prospectés appartiennent: soit à la cuvette congolaise puisqu'ils naissent sur les contreforts occidentaux du graben et s'écoulent vers le Lualaba, soit au bassin des grands lacs tributaires indirects du Lualaba, soit au bassin des lacs tributaires du Nil.

Les conditions qu'ils offrent à leurs habitants passent progressivement du milieu montagnard vrai caractérisé par un climat, un régime des eaux, des substrats extrêmement variés, au milieu de la plaine tropicale.

Le milieu variant ainsi, on rencontre en allant de la source du fleuve à l'embouchure des faunes de composition très variées dont les modifications sont, elles aussi, progressives.

Au Kivu, le versant occidental qui nous intéresse est couvert de forêts dans sa plus grande partie.

Il appartient soit à la zone des volcans basaltiques du groupe du Kahuzi soit à la zone granitique des Mitumbas septentrionaux.

Les sommets de ce versant délimitent le bord relevé d'un plateau étroit dans le nord, fort large dans le centre et divisé en deux portions méridionales de part et d'autre de la Ruzizi, portions dont l'occidentale est la plus large. Le centre de ce plateau est occupé par le Lac Kivu vers lequel convergent des cours d'eau venant de l'est et de l'ouest.

Dans la portion étroite septentrionale du plateau naissent sur le versant oriental des rivières affluentes du Lac Edouard et du Lac Albert et par conséquent tributaires du Nil.

Le rebord septentrional du plateau du Lac Kivu est formé par les volcans Virungas, hauts sommets dont certains atteignent une altitude de 4000 m. Ces volcans se rattachent à l'est au rebord oriental du plateau et forment la ligne de partage des bassins du Congo et du Nil.

Le rebord sud de l'élargissement du plateau est faiblement relevé mais profondément échancré par l'exutoire du Lac Kivu, la rivière Ruzizi, qui se jetant dans le Tanganyika fait participer le plateau du Lac Kivu au Bassin du Congo. La portion occidentale du plateau au sud du Lac Kivu s'élève à des altitudes assez fortes et atteint à beaucoup d'endroits 3.000 m. Elle a l'allure générale d'un plateau ondulé entrecoupé de vallées escarpées.

Cet ensemble montagneux présente des caractères assez différents suivant qu'on parcourt son versant oriental ou son versant occidental.

À l'ouest, l'altitude s'abaisse graduellement, les paliers d'altitude 1.500 m., 1.000 m. et 500 m. sont larges.

Les pentes y sont donc en général plus douces et d'ailleurs moins profondément accidentées que celles du versant oriental.

La largeur moyenne du versant allant du sommet 3.000-2.500, à la courbe de 2.000 m. est de 100 km. Le flanc oriental regardant vers le Lac Edouard, dans le nord, vers la Ruzizi et le Lac Tanganyika dans le sud, est beaucoup plus escarpé, les courbes de niveau de 3.000 m à 1.000 m. sont extrêmement rapprochées. Les pentes y sont vraiment abruptes.

Dans le centre du plateau du Kivu, les versants sont beaucoup plus courts, le niveau ne descendant évidemment pas sous celui du Lac Kivu (1.460 m.). La largeur du plateau central est de 170-180 Km. (entre courbes de niveau de 1.800 m.).

L'ensemble de ce massif représente de ce que Willis (1936) appelle le massif du Ruanda.

Du point de vue géologique, c'est un massif formé de roches anciennes ou récentes de nature diverse mais en majorité d'origine volcanique ou fortement métamorphisées. Leur aspect a déjà été décrit dans une première note consacrée à la conductivité électrique des eaux ¹⁾.

L'intérêt de l'étude de la géologie pour le naturaliste-hydrobiologiste est triple.

¹⁾ MARLIER, G., 1951. Recherches hydrobiologiques dans les rivières du Congo Oriental. I. La Conductivité électrique des eaux. *Hydrobiologia*, 1951.

De l'histoire géologique du terrain découle en ordre principal sa composition chimique et celle des eaux qui le traversent, donc l'environnement chimique auquel sont soumis les organismes aquatiques. En outre, les caractères physiques des roches: dureté et friabilité, solubilité ou tendance à la schistosité déterminent la géomorphologie de la région et la physionomie des cours d'eau qui y coulent. Enfin de la géomorphologie, de la composition des roches (et en outre du climat) dépendent l'existence et l'aspect d'un tapis végétal. A son tour celui-ci influence à la fois le débit des cours d'eau, la réserve de nourriture et les microclimats offerts aux animaux aquatiques et à leurs stades aériens quand il y en a. La pente moyenne très élevée de l'ensemble de la région donne un caractère torrentueux à tous les cours d'eau qui descendent de ces versants.

Leur cours est entrecoupé de cascades et de rapides situés presque tous entre 1.500 et 1.000 m. où la pente générale est la plus raide. Dans le bassin du Lac Kivu, la zone des cascades est souvent remontée vers 2.000 m.

Certaines de ces chutes sont fort élevées et tout en offrant des conditions de milieu particulières à la faune aquatique, elles constituent pour certains éléments de celle-ci des barrages infranchissables.

Le cours supérieur entre 2.500 m. (quand il existe) et 1.500 m. est généralement plus régulier bien que sa pente soit encore forte; entre 1.000 et 600 m. les rivières présentent un cours beaucoup plus calme et stabilisé.

Les cours d'eau du Congo oriental que nous avons étudiés appartiennent au bassin du Congo supérieur et, dans une très faible proportion, à celui du Nil. Pour faciliter la compréhension des résultats, je subdiviserai le bassin du Congo en bassins secondaires.

Ces bassins forment d'ailleurs souvent des unités faunistiques en même temps qu'hydrographiques.

1. Cours d'eau affluents du Lac Kivu

A. *Description Géographique*

Tout d'abord les cours d'eau affluents du Lac Kivu forment un bassin particulier coulant sur terrains d'origine volcanique assez récente, à dominance basaltique. Ce sont tous de fort petites rivières montagnardes pouvant même ressembler à des torrents dans une partie de leur cours. A cet endroit, situé aux environs de 2.000 m. (Rivière Mushuva), à 1.900 m (Rivière Lwiru), elles présentent des chutes d'importance moyenne et leurs eaux sont souvent emprisonnées dans des rives encaissées.

Les sources de ces cours d'eau sont situées en région forestière et, vu l'altitude, en forêt de bambous la plupart du temps.

Leur cours est de ce fait assez régulier, particulièrement la partie supérieure qui est de longueur fort variable et de pente faible (Rivière Bongwe par exemple).

Ces rivières sortent de la forêt vers l'altitude de 2.000 m. et coulent ensuite dans des régions cultivées et déboisées.

Les fluctuations du niveau de ces rivières en cas d'orages ou de pluies violentes font passer la valeur du débit de 1 à 10. Leur eau est claire par beau temps et naturellement boueuse et trouble lors des crues.

Au fur et à mesure que ces rivières descendent dans la plaine du Lac Kivu, les rives s'abaissent, les cascades diminuent et le fond passe graduellement au sable et au sable vaseux. Cependant, sauf aux environs immédiats d'un village, le fond n'est jamais formé de vase noire et molle.

Dans leur cours en montagne, ces eaux roulent sur des cailloux ou des blocs de roche, le plus souvent formés de basalte ou de grès très sombres tandis qu'au pied des rapides et des cascades, le lit est profondément creusé et occupé par du sable grossier. Lors des crues, celui-ci emporté (en même temps que les sédiments arrachés par les pluies à la forêt riveraine) et va former en aval de petits bancs allongés qui divisent la rivière en filets d'eau parallèles. En période d'étiage, ces bancs de sable recouverts de galets constituent surtout dans la limite de la forêt, d'excellents abris pour la faune hygrophile, particulièrement pour les insectes à stade imaginal aérien et à larves aquatiques. Le cours tout à fait inférieur que nous appellerons ici cours de plaine peut être colonisé par quelques poissons venant peut-être du Lac Kivu (*Barilius moori* notamment) mais tout le reste de la rivière est dépourvu de poissons.

Les rivières appartenant à ce bassin et dont l'étude a été faite sont au nombre de cinq.

La Bongwe qui prend sa source dans le massif Biega- Kahuzi non loin du Mont Biega; son cours commence par un ruisseau assez lent (40 cm./sec.) dans la forêt de Bambous. Le lit est occupé par des blocs de grès noir alternant avec des plages de sable vaseux. La profondeur moyenne est de 30 à 40 cm. mais les fonds mous ont parfois une épaisseur de 50 cm. d'où résulte une grande difficulté d'explorer le ruisseau en marchant dans son lit. Des anses vaseuses et de petits bras secondaires se créent par le passage des éléphants, fort nombreux dans cette zone. A ces endroits s'accumulent des dépôts de feuilles mortes de bambous. C'est là une réserve de nourriture d'autant plus considérable que la faune est pauvre vu la basse température (9°). Le climat fort humide et constant de

cette zone de bambous explique le très grand nombre de ruisselets se rejoignant et venant grossir la Bongwe qui devient très vite une rivière d'1 m. de large à l'endroit où sa pente augmente et où elle commence à former des cascades et des rapides. Si nous la recoupons à la route Goma—Costermansville à 1.570 m. d'altitude, nous trouvons un cours d'eau de 2 m. de large encombré de gros blocs de roches de teintes très sombres (surtout de basalte); son eau est alors plus laiteuse et moins limpide, même par très beau temps. Le cours inférieur dans la plaine du Lac Kivu n'a pas été étudié.

La Mushuva, est, à sa sortie de la forêt de montagne (alt. 2.000 m.), une petite rivière de 2 m. de largeur mouillée et d'une profondeur allant de 10 à 40 cm. Son lit est occupé par des blocs de quartzite et par des pierres plates et minces sur lesquelles coule très vite une eau claire. Une riche faune entomologique y vit, qui s'appauvrit dans les cuvettes assez profondes se trouvant en aval des cascades et dont le fond est revêtu de sable grossier. En amont de ce point, la Mushuva coule en forêt de montagne domaine des éléphants.

Le cours, torrentueux, entrecoupé de nombreuses chutes, en présente une fort belle à quelque 5 Km. en amont de sa sortie de la forêt.

À partir de l'altitude de 1.600 m., on peut dire que la Mushuva entre en plaine et son cours s'assagit, l'eau s'y fraie un passage dans des sédiments plus tendres et les rives deviennent assez escarpées. Elle est bordée sur une grande épaisseur de massifs de hautes herbes (Pennisetum).

Le fond devient mou et sableux et la faune s'appauvrit graduellement.

La Lwiru, très peu étudiée, présente en gros le même ensemble de caractères: cours impétueux à fond de rochers vers 2.000 à 1.700 m., devenant nettement plus calme ensuite mais conservant encore un fond de pierres à l'altitude de 1.685 m. à laquelle elle traverse la route de Goma à Costermansville. Là aussi les rives deviennent plus abruptes par suite de la traversée de terrains plus meubles. Cependant une telle zone existe aussi vers 1.800 m. où la rivière coupe un marécage formé par plusieurs petits affluents et où des sédiments abondants forcent son cours à faire de nombreux méandres. La Lwiru est cependant à 1.700 m. une rivière plus importante que la Mushuva, sa largeur y atteignant 7 m. Elle est aussi nettement plus profonde (0,70 à 1 m.) son courant est plus impétueux et son eau plus trouble.

La rivière Chirangobwa ainsi que la Nyabarongo ¹⁾ qui traver-

¹⁾ Cette Nyabarongo n'est pas à confondre avec son homonyme (Nyabarongo ou Nya-Warongo) affluent de la Luhoho sur l'autre versant de la crête Congo-Grands Lacs et prenant sa source à peu près la même latitude.

sent la route Goma-Costermansville à une altitude de 1.510 m., à la limite et près de la limite du territoire de Kalehe, sont deux rivières à eau peu claire; la seconde ressemblant assez à la Lwiru, mais cependant plus étroite (5 m. de largeur). Leur lit extrêmement irrégulier présente des trous profonds et des zones de 20 à 30 cm. de profondeur. De nombreux rapides et de gros blocs de roches encombrant leur cours.

La rivière Sebeya, qui, géographiquement appartient aussi au bassin du Lac Kivu représente par son origine et par ses caractères une tout autre entité écologique. C'est un cours d'eau descendant des volcans du groupe oriental. Elle est d'origine plus récente que les précédents. Elle en diffère par son cours supérieur coulant surtout en savanes de montagnes, par une eau très rapide, ne présentant pas la zone de cascades caractéristique intercalée entre deux zones plus régulières et aussi par des eaux troubles et brunes même par temps sec.

B. Température

La température de ces eaux est basse pour les tropiques et relativement constante. Grâce à Monsieur F. Hendrickx, directeur du laboratoire de l'INEAC à Mulungu qui a fait des mesures de température pendant trois années consécutives dans la rivière Mushuva,

1 9 4 7

Date	12.IX	10.X	17.XI	11.XII
T	13	14	14	13

1 9 4 8

Date	10.I	24.II	19.III	17.VI	5.V	3.VI	6.VII	11.VIII	22.IX	11.X	25.XI
T	12	15	13	15,5	14	15	14,5	14	14	13,5	14,5

1 9 4 9

Date	7.I	14.II	19.III
T	15	14,5	13

Pour éviter la confusion au point de vue biogéographique, il conviendrait d'orthographier la première Nya-Barongo et la seconde Nya-Warongo, bien que la prononciation indigène soit identique et intermédiaire.

C'est probablement de cette seconde rivière que proviennent les récoltes de poissons faites par GUY BABAULT et citées par PELLEGRIN en 1935 (Rev. Zool. Bot. 64).

nous disposons de renseignements plus nombreux que pour les autres cours d'eau.

Comme on peut le voir dans le tableau ci-dessus la moyenne des températures observées sur 20 mesures est de 14°, les extrêmes étant respectivement de 12° et de 15°5.

Cette stabilité thermique est plus grande que celle des rivières les plus sténothermes d'Europe (ruisseaux à truites, habitat de *Planaria alpina* DANA 10-11° d'amplitude thermique: THIENEMANN 1925) et l'ordre de grandeur correspond aux températures moyennes des régions tempérées et non aux températures élevées. D'autres rivières du même versant présentent des caractéristiques analogues: la Bongwe 16°3 le 9/6/49, la Lwiru 14° le 15/12/49, la Chirangobwa, la Nyabarongo à l'altitude de 1.500 m. ont environ 15° le 15/12/1949.

C. Composition chimique

La conductivité électrique des eaux a déjà fait l'objet d'une note séparée. Elle est extrêmement basse, si on la compare aux valeurs obtenues en Europe dans des ruisseaux analogues non pollués.

Cette différence tient comme je l'ai signalé dans le travail cité, à l'insolubilité des roches composant les lits des rivières dans le Congo oriental. La teneur en bicarbonates est faible (dans la Bongwe, à la source, elle est de 6 mg par litre; dans la Lwiru, vers 2.000 m. d'altitude, elle est de 11 mg par litre. (Ces valeurs correspondent à des alcalinités respectives de 0,1 et de 0,18 qui à leur tour équivalent à des duretés de 0,28 et de 0.50 degrés allemands).

Ces eaux sont donc à classer parmi les eaux très douces.

Pour la rivière Mushuva, l'alcalinité est plus élevée (0,39 en forêt à 2.000 m 0,42 à 1.900 m. et les duretés correspondantes de 1,1 et 1,2 degrés).

Les teneurs en cations alcalino-terreux sont également faibles par rapport aux eaux courantes d'Europe. Cependant leurs proportions sont différentes, par exemple: la rivière Mushuva contient 5 mg/L de Ca en forêt et 5,7 après 2 Km. de cours en terrain découvert mais elle a des teneurs en magnésium (3,5 mg./L) qui sont comparativement à la teneur en Ca beaucoup plus élevées qu'en Europe.

Ces eaux sont toujours dépourvues d'ions CO₃ aussi bien celles de la Mushuva que de la Bongwe ou de la Lwiru.

Le pH de toutes ces eaux, malgré leur très faible alcalinité est très voisin de la neutralité (6,8 pour la Mushuva; 6,6 pour la Lwiru) ce qui implique un grand excès de CO₂ dissous (CO₂ dit agressif)¹⁾.

¹⁾ Pour des duretés inférieures à 3°, le pH à 14° C devrait être supérieur à 8,7 pour des eaux en équilibre c'est à dire dépourvues de Co₂ agressif (PAPP 1943 tabl. 2 p. 329.)

D. Résumé

En résumé, les rivières affluentes du lac Kivu sont des cours d'eau de faible importance, à forte pente, généralement à fond dur.

Leurs eaux, pauvres en sels dissous, charrient peu de substances en suspension. Leur température est basse et constante, ce qui provient à la fois de l'altitude à laquelle elles prennent leur source et de leur parcours prolongé sous le couvert de la forêt. Cette dernière particularité met à la disposition des organismes une nourriture végétale abondante et constante, et offre aux stades aériens hygrophiles des conditions favorables d'abri et d'humidité. Grâce à l'existence d'une zone de cascades ou de rapides une faune adaptée à ces habitats a pu s'y développer.

Aucune de ces rivières claires ou troubles (Sebeya par exemple) ne possède de plantes aquatiques mais leurs rives sont couvertes d'une végétation dense qui souvent laisse pendre dans l'eau feuilles, tiges et racines, offrant ainsi abri et nourriture aux animaux phytophages.

2. Bassin Ruzizi Tanganyika

A. Description géographique

Au sud du lac Kivu, entre celui-ci et le lac Tanganyika s'étend la dépression de la Ruzizi dont l'altitude va de 1.000 à 800 mètres.

Le rebord limitant le lac Kivu au sud s'étend sur une largeur de 25 à 30 Km. Il est profondément entaillé par les gorges de la Ruzizi qui permettent aux eaux du lac Kivu de s'échapper vers le lac Tanganyika. Le bassin de la Ruzizi et de tous ses affluents est au point de vue zoologique, nettement distinct de celui du lac Kivu. Il faut y ajouter pour former un tout les affluents de la partie nord du Tanganyika dont l'origine et l'aspect sont fort semblables. Cette région est plus anciennement formée que le bassin du lac Kivu et ses pentes sont plus fortement érodées.

La ligne de faite passe, sur la rive occidentale de la Ruzizi, du côté congolais par conséquent, à quelque 25-30 Km. de distance de la Ruzizi; du côté ruandais, elle est située à 40 Km. environ.

En outre, cette crête est plus élevée sur la face congolaise (2.500 à 3.000 m) que sur la face ruandaise (2.000 à 2.500) où ce n'est que très localement (forêt de Rugege) que l'altitude dépasse 2.500 m.

Les pentes des cours d'eau qui y coulent sont donc globalement plus douces du côté ruandais que du côté congolais.

Les rivières affluentes de la Ruzizi sont plus importantes que celles du bassin précédent.

Leur largeur atteint dans la plaine 10 m. et leur profondeur atteint et dépasse 1 m.

Contrairement aux cours d'eau du bassin du Kivu, le cours supérieur des affluents congolais de la Ruzizi ne se trouve pas en forêt mais en savane d'altitude, il est parfois longé par une étroite galerie forestière alors que le cours dans la plaine est complètement dépourvu d'ombrages.

Les versants sur lesquels s'écoulent ces rivières surtout du côté congolais sont soumis à une érosion violente et à beaucoup d'endroits, la roche nue apparaît sur les pentes.

Leur lit est creusé en majeure partie dans des roches appartenant au système de l'Urundi (schistes micacés, quartzites superposés à des gneiss micacés) et au système de la Ruzizi.

Dans la vallée de la Ruzizi proprement dite, les rivières se fraient un passage dans des argiles et des sables d'origine sédimentaire et bien souvent leur eau se trouble fortement pendant les averses.

La dénudation du haut bassin et la raideur des pentes font de ces rivières de véritables torrents en saison des pluies et au contraire réduisent leur cours à peu de chose en saison sèche. Pour plusieurs d'entr'elles (Nyamunindi...) le niveau baisse en saison sèche à tel point que leur eau n'atteint plus la Ruzizi mais s'évapore pendant son trajet dans la plaine. Elles finissent même par tarir complètement. D'autres sont permanentes et l'on peut observer que ce sont les rivières dont le cours supérieur est le plus développé en montagne et qui prennent leur source dans les tourbières d'altitude vers 2.800 m. (Luvimvi, Luvubu, Sange).

Les sources de ces rivières sont de deux types soit des rhéocrènes naissant dans des vallons assez ombragés, en montagne, soit des hélocrènes. La Kalimabenge, par exemple, affluent du Tanganyika où elle se jette à Uvira possède une source du premier type. Celle-ci naît parmi une végétation aquatique dense au fond d'un cirque en forme d'entonnoir, à parois couvertes de lobélías, sénéçons et bambous. Formant très vite un ruisseau bien délimité, elle s'écoule à travers la forêt de bambous sur un lit de blocs de quartz.

Après un parcours de 3-5 Km. l'eau arrive en savane d'altitude et reçoit des affluents sortant eux-aussi de la forêt de bambous.

Pendant une partie de son cours, elle est encore ombragée par une galerie forestière de plus en plus étroite et bientôt atteint des parages complètement dénudés consacrés souvent à la culture du bananier et du manioc. La vallée est encore étroite et dépourvue de toute plaine alluvionnaire. La seule voie d'accès est un sentier indigène permettant d'aller dans les champs riverains dont la pente peut atteindre 30 % ou, en son absence, le lit même de la rivière. L'indigène qui se rend dans la région des sources emprunte au con-

traire la ligne des crêtes situées entre les vallées et ne traverse que bien rarement celles-ci.

La rivière à ce moment bondit entre des roches énormes et entre-coupe son cours de cascades et de rapides continuels. Les seules zones de calme sont créées par des barrages de branches, de pierres et de feuilles mortes construits par les indigènes pour capturer les poissons, l'eau y est claire et chargée de paillettes de mica.

Le cours en plaine, absent ou presque dans les affluents du nord du lac Tanganyika est bien développé dans ceux de la Ruzizi. La vitesse de l'eau diminuant, les sédiments arrachés au lit supérieur se déposent et commencent à former d'importants bancs de sable (Kiliba). Cependant les crues subites de la saison des pluies enlèvent une partie de ces bancs et continuent à creuser le lit dont les berges, formées de sédiments lacustres meubles sont découpées en falaises verticales (vallée des singes).

B. *La Température*

La température de ces eaux est beaucoup plus élevée et plus variable que celles des rivières du bassin du lac Kivu. L'altitude et l'absence d'un couvert forestier important, servant de „volant" thermique, expliquent ces différences.

Il est intéressant de noter ici une influence particulièrement nette du climat local sur la température des eaux courantes. La température des rivières coulant en altitude (voir tableau V) est nettement plus élevée que celle de cours d'eau étudiés à la même altitude dans le bassin du lac Kivu. Elle est aussi beaucoup plus variable.

Cette particularité est peut-être due au fait que les vallées de ces rivières sont orientées vers la plaine de la Ruzizi d'où souffle un vent sec et chaud. Il faut aussi ajouter le déboisement très poussé de toutes ces hautes vallées laissant l'eau elle-même et les roches contenant les nappes aquifères exposées à la radiation solaire.

Aussitôt qu'un couvert même médiocre protège les cours d'eau, la température y devient plus basse (Haute Lesa).

Evidemment les ruisseaux situés tout à fait en altitude (sources de la Ngovi à 3.000 m.) sont extrêmement froids.

C. *Conditions physiques et chimiques*

Les conditions physiques et chimiques qui prévalent dans ces eaux peuvent être résumées par les tableaux I et II:

Table I Ecologie des affluents de la Ruzizi
et du Tanganyika Nord

	date	Tp.	heure	Alti- tude	pH.	SiO ₂	SBV ou Alcali nité	C ₁ mg/L	Mg mg/l	Ca mg/L
Luvimvi	8.5			pl.	7,7		0,5	5,7		3,7
Luvubu	8.5			pl.	7,0		0,4	4,2		5,5
Muniowe	18.7	15°5	9 h.	1.100 m						
Kalubie	18.7	16°2	9 h.							
Lesa	14.7	20°9	16 h.	1.200 m	6,0		0,4	2,6		
Katwalo	15.7	15°4	9 h.	1.550 m	5,7		0,24	3,4		
1 Luberizi	16.7	13°6	10 h.	1.640 m	6,2		0,20	2,5		
2 Luberizi	16.7	15°4	12 h.	1.650 m	6,2		0,26	2,4		
Luberizi basse				pl.	7,0		0,3	2,8		1,8
Sange	18.7	20°7		pl.	7,5		0,7	0,9		1,8
Kahamba	8.5				8,4			3,8		
Rumingo					8,1					
Kiliba	8.5	19°2		pl.	7,4			2,8		0,4
Kawezi	6.8	21°5	12 h.	pl.		20	0,9	4,8		2,8
	18.9	27°3	15 h.	pl.	8,4	24	0,7	4,3		1
	5.7	24°6	13 h.	pl.	8,1					3,7
Mukumbwa	16.10	21°2	15 h.	1.950 m						
Kalimabenge										
max. jour	22.3	25°		1.000 m	7,0					
min. nuit	22.3	17°		1.000 m	7,0					
embouchure	31.8	19°5		pl.	7,1	15	0,5	3,8	1,2 0,1	6,3 5,7
confluent	25.11	18°8	8 h.		6,7		0,4			4,9
Mugadja	25.11	18°6	8 h.	1.200 m						
		18°9	9 h.							
Mulongwe	31.8	17°4		pl.		15				
Kakomba	9.5	24°	14 h.	pl.	7,1		0,7	4,7		12,2
Kambekulu		22°5	15 h.	pl.	7,3		0,4	3,8		7,4
Mukunga	9.5	23°6	16 h.	pl.	7,5		0,2	12,4		1,8
Ngovi	9.5	19°	17 h.	pl.	6,6	15-20		3,8		5,6

A l'examen de ce tableau, on constate tout d'abord l'extraordinaire pauvreté en substances dissoutes. (Il faut en excepter la Ruzizi proprement dite, dont l'eau est avant tout de l'eau du lac Kivu qui se „dilue" au fur et à mesure de son écoulement par l'apport de nombreux affluents). Ensuite, comme les rivières du bassin du Kivu, celles du Tanganyika ont un pH voisin de la neutralité et des eaux fort peu tamponnées. C'est dire que, n'était leur débit important, on devrait s'attendre à des variations considérables du pH.

En résumé, les rivières du bassin du Tanganyika-Ruzizi sont également des cours d'eau torrentueux ou à courant très impétueux. Leurs eaux sont pauvres en sels et plus chaudes que celles du bassin du Kivu, la plupart même dépassent 20°C en arrivant dans la plaine (altitude 800 m) et ont souvent un débit important et variable.

Leur eau est limpide dans le cours supérieur mais se trouble en aval par l'apport de suspensions sableuses dues à l'érosion intense.

Des nombreux rapides et des cataractes importantes apparaissent peu avant leur entrée dans la plaine.

D. La Ruzizi

La Ruzizi mérite d'être traitée séparément car elle est une rivière exceptionnelle.

Tout d'abord sa „source” est formée par tout le bassin du lac Kivu et le lac lui-même. Elle s'échappe de celui-ci par une étroite ouverture dans sa rive et descend dans la plaine par une vallée profondément encaissée, d'une pente moyenne de 12⁰.₀₀ formant des gorges extrêmement belles, entrecoupées de rapides bouillonnants et de zones aussi calmes que des canaux.

Le lit de cette première partie, long de quelques 40 km. est taillée dans le roc et les endroits torrentueux sont dépourvus de tout sédiment, sable ou cailloux, la roche nue en forme le fond. Celle-ci hérissée d'angles vifs présente des portions cavernieuses truffées d'orifices aveugles, de tunnels et de cavités diverses suggérant une origine volcanique récente.

T a b l e a u II: Ecologie des affluents de gauche de la Ruzizi

Rivières	t°	date	heure	Alt.*	SBV	pH	SiO ₂ mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	Cl mg/L
Lufiro	19°6	4-8	11 h	pl.						
	19°2	27-7	9 h	pl.						
Lufiro (amont)	18°2	29-7	12 h	1300 m	1,25	7,1	—	10,0	6,5	—
Lua	17°1	29-7	9 h, 30	pl.		7,1				
	18°2			pl.						
	17°7			pl.						
Nyamagana	20°2	8-8		pl.	0,9	7,4		10,8	6,2	
Nyagagunda	19°5	8-8	10 h	pl.		7,4				
Muhira	19°2	20-7		pl.	0,8	6,9		9,3	5,8	
	20°1	8-8								

T a b l e a u III: Ecologie de la Ruzizi

Localité	t°	date	heure	Alt.*	SBV	pH	SiO ₂ mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	Cl mg/L
Bugarama	23°2	20-7	15 h		15,7			7,1	96,0	
Luvungi	22°4		12 h							
	22°5	3-8								
	22°5	24-5								
Route Usa	23°5	2-8	12 h		7,5	8,8	12	8	60	40,9

* pl.: altitude de la plaine de la Ruzizi (800—1000 m).

A Bugarama, à la sortie des gorges, cette apparence est fort nette. Il existe en outre çà et là dans le lit de la rivière des bancs longitudinaux à arêtes très tranchantes de chaque côté desquels l'eau passe à très grande vitesse (3-4 m. à la seconde) en écumant. Cette eau, par temps sec, est cristalline.

Elle a en outre une température élevée (23° environ à Bugarama) et constante. L'eau est chimiquement semblable à celle du lac Kivu (voir analyses). A partir de la sortie des gorges, l'eau reçoit des affluents venus des versants mais ayant déjà parcouru une certaine distance dans la vallée. Leur eau est souvent plus trouble (Lufiro, Lua) et son parcours dans la Ruzizi peut être suivi le long de la rive de celle-ci pendant des centaines de mètres. Mais finalement, la Ruzizi elle-même perd sa limpidité.

Sa composition chimique se modifie aussi par son mélange avec des eaux plus pauvres en sels. Son pH s'abaisse de 9 à 8,8 à l'embouchure.

Le fond à son tour, au lieu d'être uniquement rocheux, va progressivement être formé de cailloux (Luvungi, Nyakagunda), de sable mêlé de cailloux, de sable seul, puis de sable vaseux à l'embouchure où se forment d'ailleurs, depuis le delta, de nombreux bancs.

La portion inférieure allant des gorges à l'embouchure a une pente moyenne de 1 à $2^{0'}_{00}$ mais en réalité cette caractéristique est extrêmement vague car la pente est fort irrégulière. Il n'entre pas dans le cadre de cet article de décrire les détails géographiques du cours de la rivière ni son histoire géologique supposée.

Je n'ai fait d'observations biologiques que dans les portions supérieure et moyenne de la Ruzizi.

3. Bassin de l'Ulindi et de l'Elila

A. Description géographique

Ces deux bassins seront étudiés ensemble, d'abord par suite de la similitude de leur écologie et ensuite parce que j'ai eu fort peu de temps à consacrer au second.

Ces bassins sont ceux de deux importantes rivières affluentes du Lualaba dans lequel elles se jettent après avoir traversé une immense région de plaine (tout le Maniema).

L'étude de leur cours inférieur n'a pas été faite, car elle n'entrait pas dans mon programme consacré aux cours d'eau de montagnes. C'est aux environs de 1.000 m. d'altitude que s'interrompent mes observations.

Les rivières étudiées du bassin de l'Ulindi appartiennent à deux groupes écologiques: une série d'affluents coulant en forêt, une autre série en savane d'altitude.

Les conditions écologiques, notamment le microclimat, qui prévalent dans chacun des deux groupes sont différentes même pour des altitudes comparables.

Les cours d'eau „de savane” sont: premièrement, l'Ulindi tout à fait supérieure (non étudiée) et quelques uns de ses affluents situés dans le massif des Mitumba à l'Ouest d'Uvira; deuxièmement, tout le bassin de la Ngombo s'étendant dans le pays de Ngweshe, et troisièmement quelques rivières étudiées accessoirement: Sasa, Kadubu.

Les rivières de „forêt” sont l'Ulindi' „moyenne’ après le confluent de la Musondja, la Nzombe, la Mwana et leurs satellites, la Nzokwe et d'autres tout petits ruisseaux voisins.

Enfin la Lubimbe à Matalé et son réseau hydrographique.

La plus grande partie de l'Ulindi moyenne et inférieure occupe la forêt du Maniema mais sort du cadre de mon étude et représente un milieu bien distinct des cours d'eau de montagne.

B. La température

La température est une des grandes différences entre les cours d'eau de savanes d'altitude et ceux de forêts de montagne.

Alors que les premiers ont généralement une température élevée et variable (située aux alentours de 20°, même le matin), les seconds sont souvent plus froids et plus constants.

T a b l e a u IV: Ecologie des affluents de l'Ulindi, cours d'eau de forêt

Rivières	Site	Date	T°.	Altitude (m.)	K 18 × 10—8	Alca- linité	Ca	Mg.
Lubimbe	Matalé	10.5.49	20°2	1.200	20,6	0,15	2	1,5
affl. Lubimbe	Matalé	10.5.49				0,10	1,8	1,2
Nzokwe	Kasika	20.5.49	18°2	1.400	55,2			
Ulindi	Kalambi	20.5.49	18°4	1.400	27,9	0,12	2	1,02
Nzombe	Nzombe amont	19.8.50	13°3	1.800				
Affl. Nzombe	Nzombe	19.8.50	13°4	1.800				
Mwana.....	Mwana	19.8.50	16°9	1.600				
			17°2					
Emia	Mwana	19.8.50	14°6	1.600				
			15°9					
Kamishangi	route de Kamituga	26.4.49	19°1	1.400	20,3			
Kamishangi	embouchure							
	Ngombo	26.4.49	21°		19,6			
Zalya \.....	Milomba		18°7	1.300				
	(Kamituga)	26.4.49	22°2					

T a b l e a u V: Ecologie des affluents de l'Ulindi, cours d'eau de Savane

Rivières	Site	Date	Tp.	Altitude	K 18	Alcali- nité ou S.B.V.	Ca	Mg. mg/L
Gasbarara	Isingo (Cascade)	12.4.49	17°9	1.850	45,9			
Kadubu	Route de Bugoye	15.4.49	19°0	1.500	113,6			
Kadubu	Source Route de Bugoye	15.4.49	23°5		390,5			
Kariagi	Isingo	5.4.49	18°2	1.800	42,3	0,04	traces	0,6
Ngombo	Isingo	12.4.49	18°6	1.700	61,8			
Affluent de la Ngombo	Isingo	12.4.49	18°5	1.700				
Ngombo	Embouchure de la Kadubu	12.4.49	20°7	1.400	60,1			
Nyabugana	Ngweshe	18.4.49	22°	1.800				
Nalwegwe	Nyidunga	30.4.49	19°2	1.950	144,5			
Kabungwe	Kakono	30.4.49	22°6	1.950	85,8			
Sasa	Walungu	26.5.49	19°3	1.300	31,9			
Musondja	Masango	30.10.49	14°2 16°2	2.500	31,5			

Cette comparaison peut être faite entre rivières d'importance fort semblable: la Nyabugana, affluent principal de la Ngombo à Ngweshe qui coule en prairies et cultures depuis sa source, et la Nzombe, affluent de l'Ulindi en amont de Mwana, dans la forêt de montagne. Les altitudes sont comparables (environs de 1.800 m.) les deux rivières ont un cours rapide et entrecoupé de cascades. La première a une température d'environ 22°, la seconde d'un peu plus de 13°.

Les températures des sources sont dans les mêmes rapports: source de la Nalwege, au pied du mont Nyidunga à Ngweshe 19°2 (à 1950 m.), source d'un ruisseau affluent de la Mwana (à 1.600 m.) 17°5.

C. La Composition chimique

La composition chimique elle aussi est différente: la conductibilité électrique des eaux est plus élevée, dans l'ensemble, dans les cours d'eau de savane que dans ceux de forêt ($31,9$ à $113,6 \times 10^{-6}$ au lieu de $19,6$ à $27,9 \times 10^{-6}$ avec une mesure à $55,2 \times 10^{-6}$). Les mesures qui semblent intermédiaires correspondent aussi à des stations peu caractérisées: la Nzokwe à Kasika par exemple.

La géologie de ce bassin est semblable à celle du bassin du Tanganyika bien que le sol superficiel soit différent en régions forestières.

Le sous-sol est très peu soluble et composé en majeure partie de quartzites, schistes micacés et même gneiss micacés du système de l'Urundi. Il présente cependant de place en place des stations riches en calcaires probablement cristallins et métamorphiques. C'est le cas dans le bassin de la Kadubu, au sud du pays de Ngweshe.

Dans le lit de cette rivière, on rencontre des blocs de pierre et des branches enrobées d'un calcaire tendre. Ce dépôt est formé sans doute par l'action des organismes ou la cristallisation spontanée du carbonate de calcium, par suite de l'agitation de l'eau au contact de l'air.

On reconnaît cette richesse en bicarbonates à la valeur de la conductibilité électrique de ces eaux qui atteint dans la rivière même à Bugoye 116×10^{-6} Mhos et dans une source voisine (avant toute précipitation) 439×10^{-6} . La première de ces valeurs est comparable à celles que l'on trouverait en Belgique dans les rivières de l'Ardenne (voir Semois) et la seconde à celles de ruisseaux de régions calcaires (cf. MARLIER¹, 1945, Tab. I et III).

Ce sont les valeurs les plus élevées que j'ai observées dans les cours d'eau du Congo oriental si l'on en excepte la Ruzizi et les sources thermales. Vu l'importance de tout ce bassin, on comprend que toutes les catégories de cours d'eau y soient représentées.

Les affluents de la Ngombo sont des ruisseaux, la Ngombo est une petite rivière de 5 m. de large, à fond irrégulier, fait de pierres et présentant des trous d'1 m. de profondeur. Son courant est rapide. L'eau est assez claire par beau temps dans son cours supérieur (marais de Ngweshe, confluent de la Nyabugana vers 1.700 m.), mais elle se trouble assez fort et prend une teinte argileuse quand elle atteint Walungu.

La catégorie supérieure est représentée par la Sasa, rivière dont les sources sont situées les unes en forêt de bambous, dans le massif du Biega, les autres en savane d'altitude. Son cours a une direction générale nord-sud. A la latitude de Walungu, la Sasa est coupée par une remarquable chute de 60 m. extrêmement spectaculaire et entre ensuite dans une forêt galerie d'où elle ne sort plus jusqu'à son confluent avec l'Ulindi. Ce cours inférieur est très rapide (3 m. seconde en étiage) et l'eau est froide (19°3 à 15 heures) et assez claire. Le fond est rocheux et creusé en aval de la chute par une excavation fort profonde.

Un peu plus importante encore est l'Ulindi supérieure à Nzombe, c'est à dire peu de temps après son entrée dans la forêt de montagne. C'est une rivière à eau assez claire de teinte brun olivâtre à fond de roches et de cailloux d'une profondeur de 1 m. à 2. m 50, très irrégulière. La largeur y est déjà considérable (20 m.) et la vitesse de l'eau assez grande (2 m. sec.).

Avec cette grosse rivière commence à apparaître un biotope pour animaux aquatiques qui est introuvable dans les petits cours d'eau.

¹) Pour avoir les valeurs exactes de la conductivité, multiplier les valeurs données dans le travail cité par le coefficient 0,229.

Ce sont les troncs d'arbres et les grosses branches immergées dont je parlerai plus loin.

En amont de la région de Nzombe-Kabilombo, l'Ulindi est une rivière de haute altitude puisqu'elle draine l'ouest et le nord du plateau de l'Itombwe. Prenant sa source près du lac Lungwe (2.800 m.) elle coule dans une région de plateaux entrecoupés de bois de bambous. Elle devient très vite une rivière importante car déjà à Lubuka (2.200 m.) on ne peut plus la traverser que par un pont de lianes.

Après avoir formé une cascade énorme puis avoir reçu un nombre d'affluents importants; Musondja, Nzombe, Mwana, l'Ulindi devient un vrai fleuve (à Kalambi) non loin de son confluent avec la Ngombo. A l'altitude de cette cascade (1.800 m. environ) passe une faille qui cause la même dénivellation dans le cours de toutes les rivières qui la traversent: Ulindi, Mwana, affluent de la Nzokwe.

Des constatations biogéographiques permettent de penser que cette cassure est d'origine assez récente (faille de l'Itombwe).

A la chute de la Mwana, le miroir de la faille est constitué de piliers de basalte à peine érodés par la rivière dont le débit est cependant important. Les rivières de cette région Nzombe-Mwana charrient, pendant la semaine, d'importantes suspensions d'argile et de sable dues aux exploitations minières. Ces sédiments se déposent sur les fonds calmes en constituant des bancs meubles d'assez grande épaisseur. Ces endroits sont évidemment tout à fait défavorables à la faune.

4. Bassin de la Lowa

La haute Lowa ou plutôt son affluent principal de gauche, le Luhoho et ses tributaires, ont un cours purement forestier. Leurs petites ramifications supérieures coulent en forêt de montagne, leurs affluents moyens en forêt de transition.

Ces cours d'eau sont semblables à ceux de la partie forestière du bassin de l'Ulindi.

Le sous-sol possède une histoire géologique complexe et sa structure est fort tourmentée tant aux sources du Luhoho que dans la région de Walikale où cette rivière se jette dans la Lowa.

Le Luhoho de direction générale sud-est, nord-ouest possède une vallée limitée par deux failles dont celle du sud, la faille du Luhoho est la plus importante. La nature géologique du sol est comparable à celle des terrains de la haute Ulindi avec une moins grande participation au système de la Ruzizi.

Les roches y sont donc aussi peu solubles et les eaux courantes aussi pauvres en électrolytes.

Le climat forestier de la région explique que la température de ces eaux soit relativement basse et constante.

Tableau VI: Ecologie du Bassin de la Iowa

Rivières	Date	Tp	heure	Alt. (m.)	K 18 × 10 ⁻⁶	S.B.V.	Ca mg/L
Mioshi	23-3	16°3	9 h	2.200	33,5	0,12	4,1
Tshibaya	20-3	16°2	9 h	2.000	30,5		
Tshingandaa Bitale	20-3	15°7	10 h	2.000	36,8	0,11	3,2
Tshingandaa Bunyakiri	26-3	17°7	11 h	1.200	27,9		
Nyawarongo Bunyakiri	28-3	17°3	14 h	1.200	45,6		
Asulu Bunyakiri	29-3	18°5	10 h	1.200	32,1	0,20	5,0
Luhoho Meshe	1-4	19°3		900	0,21		7,7
Miesi Meshe	2-4	21°7		900			

Ces rivières sont également comparables pour leur importance à celles de l'Ulindi; le Mioshi, l'Asulu sont de petits ruisseaux (moins d'1 m. 50 de largeur) la Tshibaya, la Fumia, la Tshafu, la Tuhola, la Mutumba, la Ndakirwa sont des rivières de 2 à 10 m. de large; la Nyawarongo et la Tshinganda sont des rivières de 10 à 20 m. de large. Enfin le Luhoho est un cours d'eau de 30 m. de large et plus de d'1 m. de profondeur qui est enjambé à Meshe par un remarquable pont de lianes. Le ruisseau Mioshi est un ruisseau de très faible vitesse (0,3 m./sec.) sur un fond de sable vaseux, son cours est ombragé. De place en place, une cascadelte et une cuvette d'eau calme interrompent son trajet. De rares endroits présentent un fond dur. Le sable du fond est amené surtout par le ruissellement de l'eau sur les pentes qui limitant de part et d'autre le ruisseau. Ces fonds meubles sont fort pauvres. De tels fonds meubles se rencontrent encore çà et là dans les autres rivières du bassin mais, à part le Luhoho, tous les cours d'eau en question ont un fond dur rocheux ou caillouteux sauf le ruisseau Asulu dont le lit est formé de sable très propre.

Les fonds rocheux caractéristiques des eaux tumultueuses sont surtout répandus dans le haut bassin: Tshinganda, Nyawarongo entre Bitale et Bunyakiri; les fonds caillouteux qui appartiennent à des eaux déjà calmées sont bien répandus entre 1.200 et 800 m.: Rivières Ndagirwa, Tshafu, Tuhola.

Le Luhoho lui-même présente naturellement tous les fonds que l'on peut rencontrer dans une grande rivière: vase et sable mous dans les endroits calmes (rive convexe d'un tournant, cône d'alluvions d'affluents, roches dans les rapides et au milieu du cours). Le long des rives se voient également de nombreux troncs immergés.

5. Bassins de la Lindi et de l'Aruwimi-Ituri

Le premier seul de ces bassins devrait être cité car le second n'a fait l'objet que de quelques sondages.

En commun, ces deux bassins ont la caractéristique de présenter quelques affluents supérieurs en savane d'altitude et les autres dans la forêt. Ces deux groupes géographiques se partagent en deux groupes écologiques tout à fait comparables à ceux du bassin de l'Ulindi. La composition chimique de l'eau est influencée par le climat steppique ou forestier de l'environnement.

T a b l e a u VII Ecologie des cours d'eau du bassin de l'Aruwimi
Ituri

Ruisseaux	Date	Tp	heure	Alt.	K 18 × 10—°	Observations
	1950					
Kimimi (Butembo)	6-2	15°5	11 h	1600 m	52,0	savane cultivée
Luhule (route Vuovi)	8-2	15°4	10 h	1600 m	63,3	savane cultivée
Kalengero	8-2	14°2	11 h	1600 m	49,2	savane cultivée
Masosa	9-2	15°4	15 h	1800 m	88,2	savane cultivée
Biakobe (route de Beni) ..	13-2	20°0	16 h	1300 m	58,3	forêt
Ibina	11-2	17°2	14 h	1900 m	33,3	forêt
Ruisselets affluents de l'Ibina						
a)	10-2	17°3	10 h	1900 m		vallon cultivé
b)	10-2	17°8	10 h	1900 m		hélocrène à l'ombre
c)	10-2	16°6	11 h	1900 m		hélocrène à l'ombre
d)	10-2	16°2	11 h	1900 m		vallon cultivé

T a b l e a u VIII Ecologie des cours d'eau du bassin de la Lindi

	date	To	heure	Alt.	K 18 × 10—°	Observations
Rivière Lubero à Lubero ..	4-2	16°8	15 h	2.000	100,1	savane
Affluent de la Lubero au Km. 41, route de Butembo ..	5-2	15°9	11 h	2.000	107,8	savane
Ruisselet dans la réserve fo- restière de Butembo	5-2	14°6	14 h	2.000		forêt
Nyamakubi	16-2	16°9	9 h	1.470	34,0	forêt
Katendele	17-2	14°8	11 h	1.500	31,0	forêt
Lutunguru	17-2	15°2	12 h	1.450	33,4	forêt
Shamimba	17-2	17°	15 h	1.600	25,6	forêt

La différence ne se marque pas dans la température des eaux car il existe une compensation entre les effets de l'altitude et de la couverture végétale, les cours d'eau les plus élevés en altitude qui sont les plus petits, coulent en régions découvertes, la forêt n'ayant été respectée que sur le versant occidental (ainsi que dans la réserve forestière de Lubéro).

Tous les cours d'eau signalés dans cette rubrique sont des ruisseaux ou des petites rivières. La Luhule atteint de 5 à 7 m. de large et la Biakobe à peine un peu plus. Cependant quand elles dépassent 2 m. de large, leur courant est aussi plus impétueux (1 m. à 1 m., 50 seconde) et leur lit est encombré de gros rochers.

Comme leur profondeur peut atteindre et dépasser 1 m. par endroits, il est très difficile d'étudier ces cours d'eau autrement que du bord. Lorsque le lit s'approfondit graduellement à partir de la rive, comme dans la Biakobe, par exemple, son étude est relativement aisée, lorsque la rive est escarpée (la Luhule) au contraire, même le maniement d'une petite drague est tout un problème.

Alors que la région des sources et des ruisselets correspond aux cultures et aux savanes tout à fait déboisées, les ruisseaux plus grands et les rivières à cours rapide sont déjà bordés en majorité par de petites galeries ou des rideaux forestiers qui passent progressivement à la forêt vers l'aval. A partir de la forêt, les rivières accentuent leur pente avant de se calmer tout à fait.

Dans le bassin de la Lindi par exemple, les rivières Katendele, Lutunguru, Shamimba sont de vrais torrents d'eau froide.

L'altitude y varie entre 1.400 et 1.600 m., la température entre 14°C et 18° C. Ce sont de petites rivières de 3 à 5 m. de large coulant sur un fond de roches dures et peu solubles appartenant au système de l'Urundi.

Les eaux y ont une conductibilité électrique très basse et sont, en temps normal, très claires.

Toutefois la nourriture n'est pas rare dans ces cours d'eau de forêt car les apports exogènes y sont très abondants.

On n'y trouve pas de végétation aquatique si l'on ne tient pas compte des voiles glutineux formés par les bactéries et les algues vertes sur les rochers recouverts continuellement par l'eau. Cette végétation même disparaît dans les parcours situés entièrement à l'ombre.

On n'y rencontre en tout cas jamais de mousses, pas plus que dans les autres cours d'eau permanents soit de savane soit de forêt que j'ai étudiés.

6. Bassin du Nil

Peu d'affluents du Nil ont fait l'objet d'un examen. A l'occasion, j'ai fait un sondage dans la rivière Rutshuru, à Rutshuru, en aval des chutes et dans un de ses petits affluents la Rankwi non loin du poste de Rutshuru. Ces points situés vers 1.300 m. d'altitude, sont en région de savane. Les eaux coulant dans des roches d'origine volcanique, assez récentes, sont riches en électrolytes. Les valeurs de la conductivité électrique sont ici voisines de celles que l'on trouve en Europe pour des régions d'alluvions. Au Ruanda, j'ai eu l'occasion de faire un sondage dans deux ruisselets de savane vers 1.600 m. d'altitude, le Kihenne et le Kasenyi.

Ces deux cours d'eau sont des affluents de l'Akanyaru, et par conséquent des sous-affluents de la Kagera qui appartiennent au bassin du Victoria. Leur conductivité est du même ordre de grandeur que celle des cours d'eau de savane du bassin de la Haute Ulindi, ce qui correspond bien à la nature géologique de la région (roches appartenant au système de la Ruzizi). Ces cours d'eau étroits (2 m.) mais proportionnellement assez profonds 0,8 à 0,9 m. coulent parmi des cultures et leur eau, trouble, est lente et assez chaude (18°6 et 20°3 à 10 h).

Quelques coups de filet dans la Kahenne parmi les plantes du bord m'ont livré 45 petits *Barbus* (*Agrammobarbus* sp) et 2 *Clarias* sp. ce qui indique une richesse peu ordinaire pour les cours d'eau africains.

Seconde Partie: Les milieux biologiques.

Alors que la description géographique qui précède permet de reconnaître quelles sont les différences entre les cours d'eau africains et ceux d'autres parties du monde, une description écologique plus détaillée montre surtout la ressemblance fondamentale qu'il y a entre un torrent en Afrique et un torrent en Europe.

Les caractères géographiques sont régionaux par définition, les phénomènes écologiques sont généraux.

Classification des biotopes.

Les biotopes rencontrés dans les cours d'eau du Congo oriental sont tous des milieux d'eau courante mais il existe aussi de nombreuses stations où l'eau est calme et les conditions biologiques y sont toutes différentes.

1. Eaux calmes et courants lents (30 cm./sec.).

Ça et là, par suite de rupture brusque de la pente, un bief de ruisseau rapide peut se présenter comme très calme; cela se produit, en général, pendant les étiages.

A ces endroits, les conditions offertes par la nature aux organismes sont très différentes que celles du reste du ruisseau. Le courant a cessé: le mouvement de l'eau s'amortit fort vite et même après une forte cascade, il se forme bien souvent une large vasque où l'eau est immobile.

Le mouvement de l'eau, qui sélectionne rigoureusement les organismes, lorsqu'il est violent, ne permet la subsistance que d'un certain nombre d'espèces. Les nymphes immobiles, lorsqu'elles ne sont pas maintenues par un cocon sont arrachée à leur support.

Ces épaves viennent échouer dans les vasques disposées dans le cours d'eau; il en est de même des nymphes mûres prêtes à l'éclosion dans l'eau et ne pouvant se risquer à éclore en plein courant.

S'y trouvent aussi celles qui doivent pour parfaire leur cycle sortir de l'eau et qui le font souvent au départ des eaux plus calmes en utilisant le plan incliné d'un banc de sable (dont la face dirigée vers l'amont présente toujours une pente plus douce). Ces vasques apparaissent donc comme de véritables „cuvettes d'éclosion" indispensables à la vie du ruisseau. De nombreux cours d'eau (Kawezi, Emia, Miesi, Tshafu) qui semblent à première vue pauvres et même azoïques montrent toute leur richesse entomologique à l'heure des éclosions, c'est à dire l'heure avant le coucher du soleil. De ces cuvettes partent bien souvent les essaims d'adultes mûrs qui forment les danses des Ephémères et les nuées de Trichoptères.

Ceux-ci vont pondre ensuite dans les parties plus agitées de la rivière. Dans ces bassins calmes, la température n'est généralement pas plus élevée que dans le courant car le renouvellement de l'eau y est important. De même l'oxygène dissous est aussi abondant que dans le reste du cours d'eau. Il peut même, quand la vasque est due à une cascade, y être plus élevé et présenter de la sursaturation.

Une autre circonstance favorable aux organismes vivants est l'existence d'une nourriture plus abondante car les débris végétaux charriés rapidement par le courant vont se sédimenter au fond de ces vasques.

Enfin l'eau, calmée, y perd progressivement ses suspensions grossières et y est plus claire.

Néanmoins les vrais dépôts provenant de la sédimentation se font souvent quelque peu en aval des cuvettes où ils forment des bancs ou un seuil. Le fond de la cuvette demeure en général formé de matériaux stables et lourds.

Dans ces cuvettes se rencontrent le plus souvent des poissons, souvent du genre *Barbus* (*B. pellegrini*, *altianalis*) ou du genre *Amphilius* (*kivuensis*, de l'Asulu, la Ngombo) qui y trouvent la nourriture et le repos. On y trouve aussi des Batraciens: et surtout leurs têtards *Rana fuscigula*, *Bufo regularis*, divers *Hyperolius* mais principalement *Hyperolius discodactylus*. Ces Amphibiens y vivent à l'état de têtards aux dépens de la croûte d'algues unicellulaires poussant sur les pierres et autres objets immergés, et à l'état adulte, des insectes tombés à l'eau ou prêts à l'éclosions.

A la surface de l'eau de ces cuvettes se déplacent des Gyrins, des Notonectes et des Corises.

De nombreuses nymphes d'Ephémères trouvent là aussi leur habitat normal: *Trichorhytus*, une espèce voisine de *Siphylurus* à appendices foliacés, *Adenophlebia* etc.... L'endroit est également

habité par les Trichoptères du genre *Goerodes* dans les rivières des environs d'Uvira, dans la Kalimabenge, la Luvubu, la Kawezi, la Mushuva, la Bongwe etc., dont les fourreaux sont parfois si nombreux qu'ils recouvrent tous les supports végétaux, feuilles mortes et branches.

Quand l'eau est vraiment calme, on peut y voir nager les larves de *Leptocerina* à fourreaux triangulaires et celles de *Triaenodes* dont les fourreaux coniques sont fait de matériaux végétaux disposés en spirale.

On ne rencontre pas dans ces biotopes les organismes fixés qui préfèrent toujours un courant de direction stable.

Les sédiments meubles.

Aux emplacements où le courant se calme, se produit la sédimentation des substances en suspension dans l'eau.

Dans les cours d'eau qui font l'objet de ce travail, il est rare que les eaux laissent déposer des sédiments plus fins que du sable vaseux. On n'y trouve pas de vase noire sapropélique par suite du mouvement de l'eau et de la teneur en oxygène toujours élevée qui permet la minéralisation rapide des dépôts organiques.

Les sédiments mous les plus répandus sont le sable grossier, le sable fin et le sable légèrement mêlé de vase.

Le premier type de sédiment est toujours extrêmement pauvre, souvent même azoïque et les organismes que l'on peut y rencontrer viennent d'endroits plus favorables dont ils ont été emportés par le courant. Ce milieu est d'ailleurs dépourvu de nourriture. Les autres sédiments sont souvent habités par les fouisseurs. Il faut mettre en toute première place les larves d'*Ephemera*. Il existe en effet au Kivu une espèce d'*Ephemera* dont les larves très caractéristiques vivent enfouies dans les sables mous, elles n'y font pas de galeries mais s'enterrent en général sous une fine couche de sable.

Parfois elles s'enfouissent jusqu'à 10 cm. de profondeur, mais toujours dans des sédiments très meubles. Le nombre des individus de cette espèce est en général faible, dans les petits cours d'eau (10 à 40 par m² de fond dans la Mioshi) mais peut devenir considérable dans les rivières plus importantes, (dans la rivière Luhoho à Meshe).

Je n'ai trouvé ces insectes que sur le versant forestier, jamais dans les bassins tributaires des grands Lacs.

Les larves de Trichoptère du genre *Dipseudopsis* sont aussi caractéristiques des fonds meubles, surtout des sables vaseux.

Ces larves, fouisseuses vraies, affectionnent les objets résistants enfouis dans le sable mou. Chacune se construit un tube de soie souvent simple, parfois ramifié en 2 ou 3 branches.

Le tube est collé à la surface du support. Quand celui-ci fait défaut, le tube s'enfonce obliquement dans le sol et ses extrémités libres sont béantes. Une seule galerie de soie monte à la surface du sédiment et son extrémité renflée légèrement est fermée au bout.

La soie en est imprégnée de particules de vase au point qu'il est fort difficile de la remarquer dans un filet de pêche. Elle est assez résistante bien qu'élastique et très souple. Elle est suffisamment solide pour rendre problématique l'extraction de la larve ou de la nymphe de Trichoptère qui sont très molles toutes deux.

La larve est agile dans son fourreau et il arrive fort souvent qu'on récolte des dizaines de tubes sans trouver un seul habitant, ceux-ci se sont tous échappés dans la vase pendant la capture.

Le régime de ces larves est sans doute végétarien avec tendances microphages. Elles sont surtout fréquentes dans les grosses rivières près de la rive convexe là où se forment de gros bancs d'alluvions très tendres.

On y rencontre parfois jusqu'à 30 larves au m² (rivière Zalya à Mulomba, ruisseau Mioshi à Bitale, où toute la rive est bordée d'un banc de tubes de *Dipseudopsis*, rivière Lutunguru à Lutunguru, ainsi que dans la rivière Lwiru à Katana).

Des observations en aquariums m'ont montré que la larve de *Dipseudopsis* entretient dans son tube de soie un courant d'eau perpétuel grâce à des ondulations du corps semblables à celles que produisent de nombreuses autres larves de Trichoptères et de Chironomides.

Enfin les fonds de sédiments meubles contiennent souvent la larve de l'Odonate *Chlorocypha* mais cet animal ne s'enfonce guère dans le sol, se contentant le plus souvent de porter une légère couche de sable sur le dos. On trouve fréquemment cet insecte dans les rivières du versant oriental: la Kalimabenge et surtout la Kawezi.

Les feuilles mortes constituent un biotope particulier, donnant asile à tous les rhéophiles qui fuient les courant violents.

Ces feuilles pourries sont localisées généralement dans des cuvettes ou dans des biefs calmes où elles forment des bancs partiellement immergés en période d'étiage. Dans ces feuilles mortes dominent les Trichoptères du genre *Goerodes* qu'il s'agisse des petits ruisselets froids du bassin du Kivu, des rivières chaudes et impétueuses du bassin du Tanganyika, des ruisselets affluents de l'Akanyaru, à Astrida ou de tous les cours d'eau de la forêt. Leur régime est végétarien, elles découpent dans les feuilles mortes, des pièces rectangulaires dont elles construisent leur fourreau et se nourrissent du reste de la feuille dont elles ne laissent que les nervures principales. Dans les bancs de feuilles mortes se rencontrent sur le versant forestier, les larves du Trichoptère *Anisocentropus* dont le fourreau

mobile est formé de deux feuilles, une ventrale et une dorsale, découpées en ovale très régulier et appliquées sur un fourreau de soie grise et résistante. Il est très difficile de trouver ces insectes parmi les feuilles mortes. Ils se réfugient souvent aux environs de supports durs attachant leur fourreau aux branches d'arbres, aux pierres plates etc. Ces *Anisocentropus* n'ont jamais été trouvés par moi sur le versant oriental de la crête et sont strictement liés au domaine forestier. L'altitude la plus élevée à laquelle ils furent trouvés est 2.000 m. environ (Nzombe, Ulindi, Mioshi). On les capture encore dans la plaine à 800 m. d'altitude. Les carnassiers vivant dans les feuilles mortes sont surtout représentés par le Plécoptère *Neoperla Spio* qui peut y être très abondant et que j'ai rencontré dans tous les cours d'eau où le biotope en question était présent. L'élevage de ce Perlide fort exigeant pour la teneur en oxygène de l'eau est très difficile à réaliser. Il se nourrit tant de nymphes d'Ephémères que de Trichoptères et de Perlides, car il recourt au cannibalisme à toute occasion.

2. Courants vifs

Les biotopes à courant rapide sont les plus répandus au Kivu. La faune y est riche à cause du nombre de biotopes favorables peu éloignés les uns des autres et par l'extension de chacun d'entr'eux.

Les adaptations qu'elle présente aux différentes conditions du milieu sont variées mais cette faune rhéophile possède une parenté d'aspect indiscutable avec celle d'autres parties du monde et notamment d'Europe par suite de la similitude d'habitat. A cette convergence manifeste s'ajoute une parenté phylogénique entre les groupes aquatiques, parenté portant non seulement sur les familles mais aussi sur les genres. Les groupes dominants dans les eaux vives de ces régions sont les mêmes qu'en Europe. Parmi les Insectes, les Ephéméroptères, les Plécoptères, les Trichoptères et à un degré moindre les Coléoptères et les Diptères sont les plus répandus. Il existe aussi des Lépidoptères rhéophiles ainsi que des Hémiptères mais en nombre peu élevé. Suivant que l'eau coule sur le fond ou tombe d'un bief dans l'autre, nous aurons deux biotopes différents, l'eau rapide ou les cascades, reliés par tous les intermédiaires possibles, les rapides où les conditions écologiques passent de l'une à l'autre progressivement.

Les eaux rapides.

Dans les eaux rapides, nous devons faire une distinction qui porte sur le support où se tiennent les organismes.

A. Les Pierres

Les pierres, souvent lisses, offrent peu d'abris aux animaux. La condition dominante de cet habitat est le courant, l'agitation de l'eau est favorable dans certaines limites mais l'eau dirigée toujours dans un même sens est une condition indispensable à la vie de plusieurs organismes.

Même quand, anatomiquement, ils sont libres, les animaux vivant sur les pierres se comportent dans un courant comme des être fixés grâce à l'existence de divers dispositifs d'accrochage. Lorsque l'une de ces adaptations est réalisée, le courant dans certaines limites caractéristiques pour chaque espèce devient un facteur favorable et même indispensable.

Une autre condition est la nourriture: peu abondante dans les eaux très ombragées, elle est constituée du voile d'algues vertes ou de Diatomées recouvrant les pierres. Quand la lumière est intense, le voile en question est bien développé et les herbivores (notamment les larve d'Ephémères) sont nombreux. Les suspensions organiques transportées par l'eau, auxquelles se mêlent des débris végétaux et animaux, des Protozoaires, des Bactéries arrachées aux obstacles d'amont forment une autre sorte de nourriture. On ne sait si les particules colloïdales argileuses transportées en grande quantité par les rivières d'Afrique peuvent constituer une source de nourriture pour les organismes, surtout après qu'elles ont adsorbé des sels minéraux contenus dans l'eau.

Un autre type d'organismes aquatiques dépend de cette nourriture flottante les planctonophages: Trichoptères et Chironomides sécrétant des filets-pièges; Simulies à éventails prémandibulaires préhensiles.

Enfin dans une telle association les prédateurs sont nombreux et variés. Dans les rivières du Kivu, à quelque bassin qu'elles appartiennent, les mêmes genres d'organismes se retrouvent.

La richesse en espèces croît avec l'importance de la rivière tant que les conditions de température ne deviennent pas excessives. Les oscillations diurnes notamment paraissent avoir une grande importance.

Les genres d'organismes trouvés les plus fréquemment dans ces stations sont les suivants: Organismes omnivores.

Ephémères *Afronurus* sp.
 Tricorythus sp.
 Baetis nombreuses ssp. (surtout dans les courants de
 force moyenne)
 Acentrella sp.

Ephemerellinae n.g.
Lithoglea sp.
Prosopistoma sp. (à tendances carnivores)

Trichoptères *Stenopsyche ulmeriana* MARLIER
Helicopsyche sp.
Tinodes sp.
Hydroptila sp.
Potamoryza sp.

Coléoptères *Elmis* plusieurs espèces larves et adultes
Eubrianax sp.

Organismes adaptés à la préhension de particules mobiles, flottantes.

Trichoptères *Cheumatopsyche* plusieurs espèces
Hydropsyche plusieurs espèces
Sciadorus plusieurs espèces
Leptonema

Diptères *Simulium* sp.

Les larves de *Simulium marlieri* GRENIER se fixent sur des nymphes d'Ephémères des genres *Acentrella* et *Afronurus*. Certaines autres espèces non identifiées préfèrent les Ephémères des genres *Siphonurus* et *Baetis*, celles des *Simulium neavei* ROUB. vivent sur des Crabes.

Organismes prédateurs

Plécoptères *Neoperla* (plusieurs ssp.?)
Trichoptères *Chimarra* sp.
Hydropsyche sp.

Turbellariés quelques Planaires.

Dans toute cette association, il faut noter l'absence presque complète des Trichoptères à fourreaux, pourtant abondants en Europe et l'énorme prédominance des Hydropsychides. Leur comportement est celui des espèces d'Europe: il font un nid généralement tubulaire en soie auquel ils accolent de petits objets étrangers, souvent des cailloux, à moins que leur support ne présente des excavations cylindriques qu'ils se contentent de revêtir de soie.

Le piège, dans toute cette famille, est constitué d'un filet circulaire fait d'une soie dure et épaisse tissée en mailles plus ou moins carrées.

Quand il est fixé aux pierres, le fourreau est le plus souvent placé sur la face tournée vers l'aval, le filet au dessus, placé horizontale-

ment ou obliquement de façon à recueillir les particules plus lourdes emportées par le courant et retombant après l'obstacle.

D'autres fois sur les fonds très plats, les nids sont fixés horizontalement sur la roche et le filet est placé verticalement, retenu sur les côtés par les aspérités du support.

Les *Chimarra* font aussi des filets mais ce ne sont guère que des habitacles, non de vrais pièges. Ils se rassemblent en petits groupes, les toiles *communes* à la face inférieure des cailloux.

Sous les pierres se rencontrent des crabes qui n'échappent au courant qu'en se glissant dans les interstices du fond et des pierres.

Ces crabes appartiennent tous aux Potamonidae. Leur nourriture consiste en débris végétaux et animaux. Les mollusques sont excessivement rares dans les rivières explorées, seule la Kadubu très calcaire, est bien peuplée en Prosobranches ainsi que certains ruisseaux de la plaine du Lac Kivu. Cette pauvreté est évidemment à mettre sur le compte de la pauvreté des eaux en calcium.

B. Les Bois immergés

Les troncs d'arbres et grosses branches immergés dans un courant constituent un milieu très différent des pierres et leur faune est particulière. Tout d'abord, le bois, plus tendre, offre une prise aux griffes de beaucoup d'animaux moins bien armés sous ce rapport que les lapidicoles. On n'y trouve pas d'animaux à ventouses.

Ensuite le bois flotté est creusé de cavités, cachettes, fentes et cela d'autant plus qu'il est immergé depuis plus longtemps.

Ces cachettes sont accessibles à des organismes à téguments assez durs pouvant s'insinuer fort profondément dans le bois.

Les larves de Dryopides y sont très nombreuses et de formes diverses. Les Ephéméroptères *Tricorythus* sp. et *Elassoneuria* sp., parfois aussi *Adenophlebia* sp. se rencontrent assez communément et c'est même le milieu favori de *Elassoneuria*. On peut, en décortiquant un tronc assez grand recueillir dans une seule cachette 30 larves de cette splendide Ephémère. Parmi les Hydropsychides, les larves de *Leptonema* sp. se dissimulant dans ces cachettes et dans toutes les fentes de l'écorce, dans la partie propre de l'arbre, là où il ne touche pas à la vase du fond. Elles y font de petits filets dressés semblables à ceux d'*Hydropsyche*.

Un hôte fréquent et exclusif de ce biotope est la larve de Macrone-matiné *Polymorphanisus* sp. que j'ai rencontrée dans tous les cours d'eau importants du versant forestier jusqu'à l'altitude de 1.800 m. (dans l'Ulindi). Elle tisse quelques fils de soie mais ne fait pas de piège. Elle est carnassière et s'attaque notamment aux petites larves d'Ephémère (*Baetis* ssp.) En sa compagnie se trouvent souvent les

larves d'*Anisocentropus* sp. dont j'ai déjà parlé plus haut. Au stade de nymphe, cette espèce se fixe très souvent à la face inférieure des troncs d'arbres surtout si ceux-ci touchent le sable du fond.

Enfin dans différents cours d'eau, surtout les plus importants, sur le versant forestier (système de l'Ulindi, de la Lowa, de la Lindi), le même biotope héberge la larve du Sericostomatide *Dyschimus* sp. C'est la plus grande larve à fourreau, dans cette région, et elle fait penser de prime abord à celle d'un Limnophilide.

Larve et nymphe de cette espèce ont un fourreau de morceaux de bois placés longitudinalement et imbriqués. L'une comme l'autre se tiennent presque perpendiculairement à leur support et toujours dans les endroits suffisamment balayés par le courant pour être dépourvus de sable et de vase. Je l'ai trouvée jusqu'à une altitude de 2100 m (ruisseau Mioshi à Bitale).

Dans les crevasses des arbres s'enfoncent également des crabes Potamonidae. Le biotope du bois immergé est évidemment lié aux régions forestières (quand un tronc d'arbre a été entraîné en régions découvertes, comme dans la Ruzizi par exemple, sa faune est différente et plus pauvre) et aux rivières d'assez grande importance pour entraîner des pièces de bois de grande dimension. Rarement cependant et assez près d'un grand cours d'eau, un tronc d'arbre tombé dans un ruisseau peut abriter l'association faunique normale.

Cascades

Comme je l'ai signalé dans la partie géographique, les rivières du Kivu présentent tout autour du plateau une zone de cascades ou de rapides très tumultueux caractéristiques.

Aux abords de celles-ci se trouvent des endroits balayés par les embruns où vivent des organismes à respiration aérienne.

A ces endroits, quand ils sont exposés au soleil peuvent régner une température plus haute et une lumière plus intense que dans le reste de la rivière. Les croûtes d'algues y sont florissantes ainsi que les plantes terrestres hygrophiles.

Les surfaces lisses aspergées d'embruns sont les seuls endroits où vivent certaines espèces animales.

La locomotion des organismes y est très difficile.

Les animaux sécréteurs de soie: Trichoptères Hydropsychides ou Diptères Simuliides y tissent leur support ou leur cocon. Des chenilles de Lépidoptères Pyralides y construisent des sortes de carapaces circulaires ou ovales, étroitement appliquées à la pierre et auxquelles elles joignent des particules végétales.

Les organismes des cascades sont très rarement carnassiers, vu la difficulté des déplacements.

La plupart sont microphages (brouleurs d'algues et pêcheurs au filet).

Organismes rencontrés dans les cascades:

- à respiration aérienne: Coléoptères *Potamodytes* sp.
Diptères Psychodides.
Tipuloides, plusieurs espèces dans des
cocons mucilagineux.
- à respiration aquatique: Ephémères: *Afronurus* sp.
Trichoptères: *Hydropsyche* sp.
Cheumatopsyche sp.
Tinodes sp.
Diptères *Simulium* sp.
Coléoptères *Eubrianax* sp.
Lépidoptères Pyralidae.
- Poissons *Chiloglanis* 3 ssp à bouche modifiée en
ventouse.
- Amphibiens *Rana* sp. têtards à bouche constituant une
ventouse.

Ces derniers organismes franchissent des cascades en se fixant par la bouche à des pierres verticales. Très souvent même ils se déplacent hors de l'eau dans la zone mouillée.

Tous ces animaux, de même que ceux des pierres lisses, sont sensibles aux variations de l'intensité du courant. La moindre interruption ou diminution de celui-ci leur fait lâcher prise.

C'est particulièrement bien visible pour les nymphes des Ephémères, les Poissons et les Têtards parmi les animaux libres, et pour les larves d'Hydropsychides qui se dissimulent dans leur fourreau au moindre trouble apporté dans les filets d'eau. Malgré ces conditions défavorables, ce milieu peut être assez riche en espèces et très riche en individus.

Dans la cascade de la Kawezi, sur une surface d'un m² battue par les embruns, près de 300 larves de Psychodides, 80 larves de Tipuloïdes et 12 larves de *Tinodes* brouaient le tapis d'algues.

Dans la cascade de la Tshinganda, à Bunyakiri, il y avait par m², 3 *Chiloglanis* sp. 20 larves de *Cheumatopsyche* sp. etc.

Les surfaces qui ne sont éclaboussées que par des embruns et que ne touchent jamais directement les eaux de la chute sont littéralement couvertes de fourreaux de *Tinodes* sp. (chute de la Mwana, de la Gasharara, de la Nyabugana).

Sur les pierres mouillées se posent aussi des Diptères Dolichopodides et des Hémiptères.

On y trouve en outre parmi les mousses ou les racines, des Hydrophilides.

3. Cours d'eau temporaires

Les cours d'eau temporaires que j'ai étudiées appartiennent au système de la Ruzizi, rive droite.

Ce sont la Mupenda, la Kawezi et la Rumingo. La plus grande partie des affluents de la rive droite sont d'ailleurs temporaires et seuls la Kiliba, la Sange, la Luberizi, la Luvubu, la Luvimvi et la Mugera sont permanentes. Ce sont des cours d'eau prenant leur source bien en amont de la courbe des 2.000 m et ayant donc un bassin supérieur très pluvieux et un débit important.

La Kawezi forme le plus bel exemple des cours d'eau temporaires: en saison des pluies, elle est une assez grosse rivière se jetant dans la Ruzizi. En saison sèche, son débit diminue, sa largeur mouillée aussi et elle abandonne de larges plages de galets et de sable sur ses bords. Elle finit par s'assécher complètement dans la plaine de la Ruzizi.

Certaines années cependant, la Kawezi n'a jamais un débit suffisant pour atteindre la Ruzizi, elle se perd dans les marais de la plaine où elle se mêle aux eaux de la Mupenda.

A son entrée dans la vallée de la Ruzizi, la Kawezi présente une zone de rapides et de cascades, certaines si fortes qu'elles sont infranchissables aux poissons. Suivant les indigènes, en saison des pluies, la rivière est empruntée par les poissons de la Ruzizi (*Barilius moori*) qui la remontent. Mais ils s'arrêtent aux rapides.

Lorsque la rivière s'assèche et n'atteint plus la Ruzizi, les poissons sont pris au piège dans l'affluent et ne tardent pas à devenir tous la proie des hommes et des oiseaux.

Les années sèches, la rivière ne peut être réapprovisionnée en poissons et n'en contient donc aucun.

La flore de ces rivières temporaires est particulière. A la baisse des eaux, toutes les pierres se couvrent d'épais tapis d'algues filamenteuses qui deviennent d'autant plus luxuriants que l'eau est plus basse et plus près de l'évaporation totale. Les petites cuvettes isolées en sont alors tout à fait remplies.

Dans ce bouillon d'algues grouille un monde animal particulier: Coléoptères Dytiscides, Hémiptères Corixides et Notonectes, *Belostoma* sp. et surtout Odonates. Sur quelques mètres de rivière, le même jour, j'ai récolté 11 espèces d'Odonates.

Ces Insectes peuvent s'enfoncer dans la vase ou vivre dans des eaux stagnantes pendant de longues périodes. Quelques autres insectes aquatiques existent aussi mais ce sont les plus souvent de petites espèces à vie larvaire brève: *Baetis* sp. et *Potamoryza*, ainsi que quelques Hydroptilides.

Comme on l'a vu dans le chapitre physiographique, ces rivières

temporaires sont nettement distinctes des autres par la composition des eaux.

Le tableau suivant donne la composition de l'eau de la Kawezi le 18-9-50 (Cette composition, particulièrement le pH, est variable suivant la température de l'eau).

Cet échantillon est pris dans une cuvette exposée au soleil et approvisionnée plusieurs fois par heure par des vaguelettes du courant principal. Il abondait en Hémiptères et Odonates.

tp.	pH	Cond. K 18×10^{-6}	Alcalinité	SiO ₂ / mg/L	Cl mg/L	NO ₃ - mg/L	Ca++ mg/L	Na+
27°9	8,7	172,5	1	20	4,81	0,2	2,8	1,9

Le pH très élevé s'explique par la faiblesse de l'alcalinité et la haute température de l'eau.

Le cours supérieur, permanent, de la Kawezi est bordé par un rideau forestier assez mince mais protégé des feux de brousse par l'encaissement des rives. Nous trouvons à cet endroit une faune normale de rivière permanente avec, même, une espèce de cours d'eau forestier: *Leptocerina* sp., à larve nageuse et, dans les rapides, la larve du Coléoptère *Eubrianax*.

Je n'y ai pas trouvé de poissons.

Sans l'avoir étudiée de façon approfondie, j'ai pu constater dans la rivière Rumingo, affluent un peu plus grand de la Ruzizi, la même richesse en algues et en Odonates au milieu de la saison sèche (18-7-50).¹¹

LA HAUTE RUZIZI

A la page 12 ci-dessus, on a vu quelles conditions écologiques prévalent dans ce cours d'eau fort particulier qu'est la Haute Ruzizi.

Ces particularités du milieu sont évidemment accompagnées d'une grande pauvreté qualitative de la faune. Cependant des poissons existent à cet endroit et, comme dans tous les milieux extrêmes, cette pauvreté spécifique est compensée par une assez grande richesse en individus.

La flore y est plus riche vu l'abondance des sel minéraux.

Le fond très dur dans le lit même de la rivière est creusé de nombreuses cavités où s'abritent crabes et poissons silurides (*Clarias* sp.).

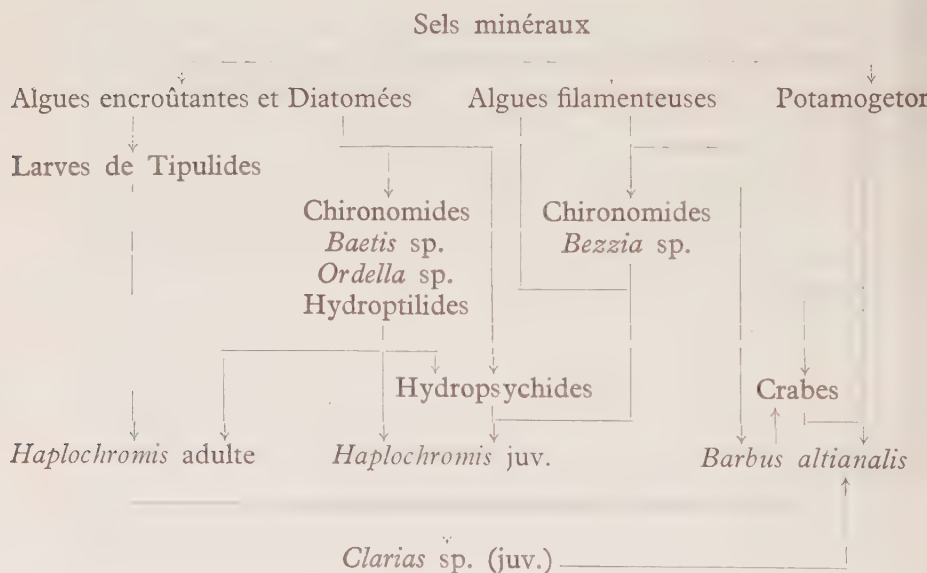
Les petites fentes et aspérités de la pierre sont colonisées par les larves du Trichoptère *Hydropsyche* sp. dont les filets sont tendus obliquement à travers le courant. Enfin sur les surfaces lisses sous-traites au courant croissent des tapis d'algues encroûtantes qui sont

littéralement farcies de larves d'un Chironomide Orthoclaadiinae et des fourreaux des Trichoptères *Hydroptila* et *Orthotrichia*.

On y trouve aussi d'assez nombreuses larves d'un Tipulide enve-
loppées dans un cocon mucilagineux vert.

En plein courant vit le gros poisson *Barbus altianalis* dont l'alimentation est mixte. Sur les rives, dans les tournants, la rivière laisse des plages beaucoup moins profondes et agitées, à fond de sable et colonisées par de vraies prairies de *Potamogeton*; dans des herbiers se réfugient à chaque alerte les essaims du Cichlide *Haplochromis horei* et des alevins de *Barbus altianalis*. Enfin sous les pierres, dans des crevasses où l'eau est calmée s'abrite une faune de très petites larves d'Ephémères *Baetis* sp. et *Ordella* sp. à régime végétarien.

On peut résumer la chaîne alimentaire de cette portion de la Ru-
zizi supérieure (altitude 960 m) de la façon suivante:



L'homme ne peut guère intervenir dans cette chaîne alimentaire car la pêche y est insignifiante et les établissements humains sont partout assez écartés de la rivière.

Néanmoins de temps à autre une pêche au suc d'*Euphorbia calycina* détruit quelques dizaines d'*Haplochromis*, l'un et l'autre gros *Clarias* et des alevins de *Barbus*.

La pêche à la ligne a pour but la capture du Katendere (*Barbus altianalis*) dans les rapides et les forts courants; elle se pratique avec

une ligne amorcée d'un crabe ou d'un paquet de *Vaucheria*. Elle est très peu rémunératrice. Le crocodile ne remonte dans la Ruzizi que jusqu'à l'embouchure de la Lufiro et de la Lua dans laquelle il s'engage assez loin.

LES POISSONS

Les Poissons constituent généralement l'étage supérieur de la chaîne alimentaire des eaux douces, le crocodile et l'homme n'intervenant guère dans la biologie des cours d'eau d'altitude envisagés ici.

Le caractère dominant de la faune de ceux-ci est, comme on l'a vu, la pauvreté parfois extrême en espèces et en individus du groupe des Poissons. Seuls les hauts affluents du Nil étudiés et les tributaires directs du Lualaba sont à considérer comme moyens ou riches, au point de vue de leur faune ichthyologique.

a) Système des affluents du Lac Kivu

A part dans la plaine immédiatement voisine du lac, les cours d'eau tributaires de celui-ci sont dépourvus de poissons. Dans la plaine même quelques poissons du lac s'engagent dans les affluents sans d'ailleurs y pénétrer fort loin. Il faut citer en particulier la rivière Sebeya dont la faune de poissons a été étudiée par PELLEGRIN d'après les récoltes de GUY BABAUT et par POLL d'après celles de H. DAMAS.

Voici une liste de Poissons qui vivent dans cette rivière, non loin de l'embouchure: *Barbus serrifer* BLG

Barbus pellegrini POLL

Agrammobarbus babaulti PELLEGRIN.

Clarias mossambicus PTRS

Dans les parages supérieurs de ces rivières même en aval des rapides, il ne semble pas y avoir de Poissons.

Cependant PELLEGRIN cite un *Amphilius platychir* GÜNTHER sans spécifier de quelle rivière il provient exactement, ainsi qu'un *Varicorhinus babaulti* POLL de l'ouest de Costermansville. D'après le reste des récoltes de l'explorateur, il semble que ce dernier poisson provienne du bassin de la Lova.

La pauvreté très grande de ces rivières pourrait avoir deux explications: ou bien la différence très considérable existant entre la composition chimique des eaux du lac Kivu et celle des affluents, ou encore la différence de température entre ces deux milieux, qui est considérable et bien suffisante pour arrêter une migration éventuelle.

Les seuls poissons que l'on pourrait s'attendre à rencontrer dans les ruisseaux de la région sont des *Amphilius* ou de petits *Barbus* qui auraient existé dans ces cours d'eau lorsque le lac Kivu se forma par le barrage de sa vallée par les volcans Mufumbiro.

b) Système Ruzizi Tanganyika.

Comme les rivières décrites au paragraphe précédent, les cours d'eaux tributaires de la Ruzizi et du Tanganyika sont pauvres. Leur cours supérieur est pratiquement dépourvu de poissons; cependant ceux qui ne présentent pas de grande cascade sur leur parcours vers la côte 1.000 ou 1.500 m., abritent quelques poissons dans leur cours supérieur.

La Lesa, tributaire de la Luvubu, affluent de la Ruzizi, est dans ce cas. La Katwalo, tributaire de la Haute Luberizi abrite un *Amphilius*.

Dans la Sange, vit un *Chiloglanis* sp., poisson caractéristique des rapides et des cascades. J'ignore si ce poisson remonte dans son cours supérieur, mais comme son biotope est particulier aux cours d'eaux torrentueux, sa présence en amont est très vraisemblable.

Ces cours d'eau de montagnes sont d'ailleurs font peu accueillants pour les poissons qui tenteraient de les remonter et les frayères y sont rares.

Le cours inférieur de la plaine de la Ruzizi et dans celle du lac a une faune ichthyologique beaucoup mieux représentée quoique pauvre encore.

Certaines espèces de poissons remontent du lac pour la fraie: tel est le *Barilius moori*, rencontré dans la Sange, la Kalimabenge, la Mukunga (affluent du Tanganyika) tel aussi le *Varicorhinus tanganyikae* capturé en abondance dans la Kiliba (alevins en août), dans la Kalimabenge inférieure, dans la Kadubu, dans la Ngovi (Ces trois rivières sont tributaires du lac Tanganyika) tel encore le *Barbus altianalis*, habitant de la Ruzizi mais dont les alevins se rencontrent dans la Sange.

Enfin le *Barbus tropidolepis* qui remonte frayer dans les rivières mais vit généralement dans le lac. Peu répandu dans la baie nord du lac, il ne fait de migrations spectaculaires que dans le sud (rivière Lufuko) on le voit alors tel un saumon remonter rapidement le courant et franchir par bonds les rapides et les cascades.

La Kalimabenge inférieure et la Mulongwe sont de temps en temps visitées par ce gros barbeau.

Un poisson visiteur accidentel des rivières Kalimabenge et Mugadja est le Sangala: *Lates microlepis* qui, suivant les indigènes, pourrait remonter assez haut lorsque la nourriture est suffisante. Je ne l'ai jamais capturé moi-même dans ces conditions.

Une autre partie représente un groupe de poissons de rivières, plus ou moins sédentaires, ne s'aventurant guère dans le lac.

Ce sont des *Barbus* div. sp. parmi lesquelles *Barbus pellegrini*, *lineomaculatus*, trouvés dans la Sange, en grand nombre, ce sont

aussi des Cichlides, *Haplochromis graueri*, *Astatotilapia* (cité par Pellegrin de la Luvungi c'est à dire de la Luvubu).

Dans les trous profonds de chaque rivière peuvent se rencontrer, particulièrement pendant les crues, des *Clarias* très peu exigeants sur les qualités de l'eau puisqu'ils vivent même dans les eaux stagnantes.

L'existence de poissons dans les rivières de la plaine de la Ruzizi nous suggère que la pauvreté de celles du plateau du Kivu est bien due à la température très basse de ces dernières et à la pauvreté du lac Kivu lui-même. En effet la différence de composition chimique entre la Ruzizi (ou le Tanganyika) et leurs affluents est fort comparable et n'empêche cependant pas les migrateurs de passer de l'une à l'autre. Par la température au contraire ces eaux ne diffèrent pas beaucoup de celles de leurs affluents. L'accès des biefs supérieurs par contre est beaucoup plus difficile.

c) Bassin du Lualaba (Elila, Ulindi, Lowa, Lindi).

Les grandes rivières de la cuvette congolaise sont riches en poissons et les énumérer serait fastidieux.

Au fur et à mesure que l'on remonte de ces gros cours d'eau dans des rivières et des ruisseaux, le nombre des espèces et la taille des individus diminue fortement. La présence sur le rebord occidental du plateau du Kivu de grandes cascades semble avoir privé tout le cours supérieur de ces rivières de toute faune ichthyologique.

Le bief inférieur par contre peut être assez riche.

Les plus petits tributaires sont habités par des *Amphilius* (*A. kivuensis*, *grandis*) et souvent des *Clarias* (*C. submarginatus*) (Kariagi, 1.800 m, Ngombo 1.600 m, Asulu 1.200 m, Tshibaya 1.800 m). Lorsque de petites cascades ou des rapides surviennent, apparait *Chloglanis* sp. (Nzokwe 1.400 m, Tshinganda 1.400 m) dont le comportement a déjà été signalé plus haut.

Enfin dans des rivières importantes, à biefs calmes ou présentant des anses moins tumultueuses apparaissent diverses espèces de Cyprinides et de Siluroïdes.

Guy Babault a recueilli dans la rivière Kansehete (affluent du Luhoho).

Varicorhinus brauni PELLG.

Varicorhinus longidorsalis PELLG.

Barbus holotaenia BLGR.

J'ai moi-même recueilli dans les rivières:

Nyawarongo: *Barbus altianalis paucisquamata* PELLEG.

Barilius ubangensis PELLEG.

Mutomba (950 m) *Barbus* sp.

Tshafu (950 m)	<i>Barilius ubangensis</i> PELLEG. <i>Clarias submarginatus</i> PTRS.
Ndagirwa	<i>Barbus altianalis paucisquamata</i> PELLEG <i>Chiloglanis marlieri</i> POLL. <i>Phractura lukugae</i> BLGR.

Enfin les grosses espèces de poissons particulièrement des *Barbus*, *Labeo*, *Varicorhinus* se rencontrent dans des cours d'eau importants, Luhoho, Ulindi, Lubimbe, Zalya.

Ils sont alors l'objet d'une pêche régulière de la part des indigènes. Tout le cours supérieur en amont des grandes cascades (Mwana, Ulindi, Nyabarongo, Sasa) est dépourvu de poissons d'une façon complète au dire des indigènes, même les petits *Amphilius* y feraient défaut.

Il faudrait alors mettre sur le compte de l'obstacle matériel cette carence et conclure que le peuplement ichthyologique des rivières tributaires directes du Lualaba, est postérieur aux mouvements tectoniques qui ont donné naissance à ces cascades.

Schéma provisoire de la répartition des poissons dans une rivière du Congo oriental.

Amphilius Clarias

Ruisseaux

Chiloglanis

Rapides

Clarias
Barilius

Rivières moyennes *Varicorhinus*
Gros *Barbus*
Grandes rivières.

Dans la zone à *Amphilius*, la nourriture de base est formée par les Ephémères, les Perlides, les Chironomides brouteurs, les larves et les nymphes de Simulides, qui se nourrissent de feuilles mortes, des plantes ripicoles pour la plupart.

Dans les rapides, la nourriture est avant tout le revêtement d'algues qui couvre les pierres battues par le courant (larves d'Ephémères, de Trichoptères, de Diptères, Tipulides, Tétards, Poissons), c'est aussi les particules végétales et animales transportées par le courant (Trichoptères, Simulies).

Enfin vient le bief inférieur dont la partie amont est habitée par les

petits *Barbus*, *Barilius*, *Varicorhinus*: les fonds meubles, plus étendus, abritent de nombreux fouisseurs, nourriture tout indiquée des *Barbus* et *Varicorhinus* et dans les zones calmes pullulent les crevettes dont se nourrissent avec prédilection les *Barilius*.

La partie aval du brief inférieur sort du domaine de ce travail, c'est l'habitat des gros Cyprinides, des Silurides du genre *Clarias*, *Chrysichtys* etc. et des grands carnassiers.

Les cycles alimentaires y sont beaucoup plus complexes et l'homme primitif prélève sa dîme sur la production en poissons.

SUMMARY

The author has studied the flowing waters in the Eastern Belgian Congo.

These streams are described in their geographical and ecological aspects.

They are parts of the Nile basin (through Lake Edward and through the principal affluent of Lake Victoria: the Kagera) and of the Congo Basin, directly, flowing in the upper Congo (Lualaba) or through the Lakes Kivu and Tanganika.

These different basins are also subdivided in smaller watersheds.

The principal physical and chemical characteristics of these waters are summarized in Tables I to VIII. It may be seen that they differ deeply on several points.

The causes of these differences are discussed and are mostly attributed to the presence or absence of the forest cover or to geological causes.

The fauna of these waters is not thoroughly studied but some of the characteristic elements are listed and their mode of life and habitat depicted. The best known groups are the insect larvae (Trichoptera, Ephemeroptera) and the fishes.

More detailed faunal studies will appear later after completion of taxonomic investigations.

Zur Kenntnis der Biologie Alpiner Kleingewässer Zwei Subalpine Moorseen Nord Tirols

von

HANS PITSCHMANN

Innsbruck

(Mit 8 Textabbildungen u. 1 Tafel)

EINLEITUNG

Während eine grössere Anzahl ostalpiner Seen in alpiner und subalpiner Lage seit geraumer Zeit einer planmässigen limnologischen Erforschung unterzogen werden, harren die biologisch nicht weniger interessanten Kleingewässer dieses Gebietes noch genauerer Studien. Die bisher mehr oder weniger kursorisch durchgeführten Untersuchungen erstrecken sich vor allem auf das Gebiet von Lunz in den Niederösterreichischen Alpen, wo RUTTNER, BREHM und PASCHER wiederholt auch Kleingewässer in ihre Beobachtungen miteinbezogen haben.

Weitere Untersuchungen hat PESTA (1931, 1932) an einem Waldtümpel am Leuchtenberg (950 m ü.M.) bei Admont, am „Kerschböndl“ und Schweigboden auf der Raxalpe in 1650 m, an der Hirschlacke und im Ampmoos im Rofengebirge der Nordtiroler Kalkalpen (1950 m), weiters in den Tiroler Zentralalpen am Torjoch in 2300 m Höhe und schliesslich an einem Tümpel am Schrammachkar (2300 m) im Zillertal durchgeführt.

Auf einer limnologischen Sammelfahrt in den Steirischen Alpen hat W. PICHLER (1939) einige Kleingewässer des Hochschwabgebietes der Gegend des Eisenerzer und Admonter Reichensteins, sowie der Umgebung von Leoben limnologisch untersucht. Über Hochgebirgstümpel der Karnischen Alpen in einer durchschnittlichen Höhe von 1700 m bis 2000 m berichtet F. TURNOWSKY. Bei all den genannten Beobachtungen handelt es sich fast durchwegs um einmalige Probenentnahmen und Messungen, so dass ein vollständiges Bild über die Biologie ostalpiner Kleingewässer aussteht.

Eingehender hat diese Fragen L. BECK (1945) am Issboden-Tümpel am Patscherkofel (1874 m) südlich Innsbruck behandelt.

Im Sommer 1947 begann ich mit den Untersuchungen an der *Hirschlacke* (1550 m. ü.M.) über Innsbruck. Die Arbeit soll einen Beitrag zur Kenntnis der Biologie eines subalpinen, perennierenden Kleingewässers liefern, wobei ich bestrebt war, die mikroskopische Lebewelt so gut wie möglich zu erfassen

und ihre Beziehungen zu den Besonderheiten dieses Lebensraumes darzustellen.

Da wir über die verschiedenen Teile eines Kleingewässers besonders seiner Uferregionen noch wenig vergleichende Untersuchungen besitzen, habe ich diese Frage ausführlicher behandelt. Ein weiteres Hauptaugenmerk wurde weiters auf die Produktionskapazität an Organismen eines Kleingewässers gerichtet, eine Frage, die besonders von NAUMANN (1925), RYLOW (1927), THIENEMANN (1931) und WEIMANN (1934) in den Vordergrund gestellt wurde.

Allen, die mich bei der Durchführung meiner Arbeit unterstützten, möchte ich meinen wärmsten Dank aussprechen, vor allem meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Gams für die erste Einführung in die Limnologie und für die Beistellung verschiedener Apparate und Literatur. Zu Dank verpflichtet bin ich auch den Herren Prof. Pisek Innsbruck, Prof. W. Vischer Basel und Dr. Messikommer Seegraben, dem ich die Bestimmung und Nachprüfung verschiedener Algen verdanke.

Das Untersuchungsgebiet

Den Innsbrucker Bergsteigern und Wintersportlern sind die südlichen Berge der Stadt mit den nördlichsten Ausläufern der Stubai Kalkkögel, deren Triasgesteine etwa 100 m über der Mutterer Alm (1611 m) an nordostgeneigter Grenzfläche den Stubai Glimmerschiefern (Biotitplagioklas-

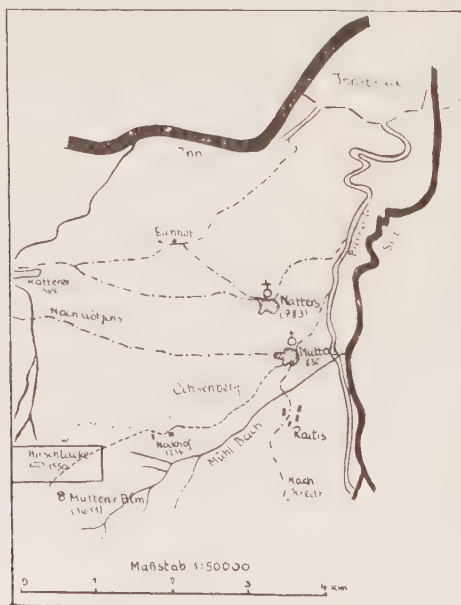


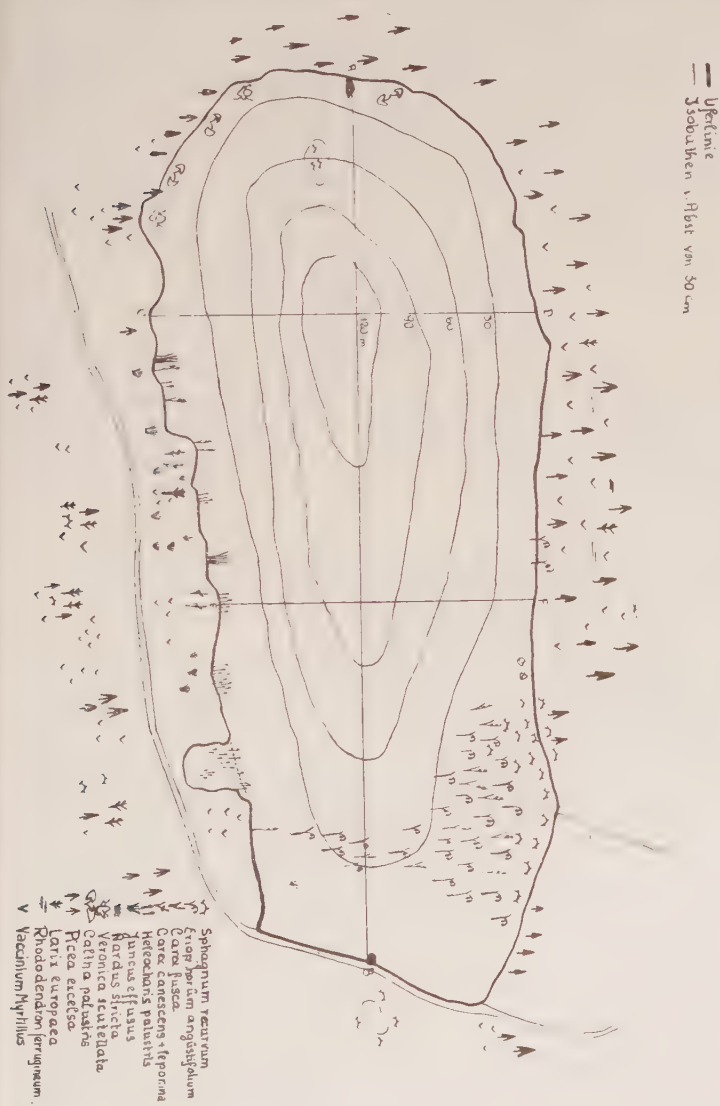
Abb. 1

Das Untersuchungsgebiet

gneise) aufliegen, wohl bekannt. Die weithin sichtbare Saile oder Nockspitze (2406 m), die den Eckpfeiler dieser Gebirgskette nach Norden bildet, besteht in ihren oberen Partien aus flach geschichtetem Hauptdolomit, während die 200 m darunter gelegene Pfriemeswand von dunklerem Wettersteindolomit aufgebaut wird. Dazwischen sind Raiblerschichten eingelagert. Partnachschichten finden sich am Pfriemesköpfel und Pfriemesboden, denen nach unten Muschelkalk folgt, der an der oben erwähnten Stelle dem Grundgebirge aufliegt.

Abb. 2

Lageplan der Hirschlacke, Massstab 1 : 400



Kaum bekannt dagegen ist die nur einige 100 Meter nordwestlich und 60 Meter unterhalb der Mutterer Alm gelegene *Hirschlacke* (1550m) im Grenzgebiet des Mutterer und Natterer Gemeindewaldes. (Abb. 1).

Die ost-west gerichtete Wasserfläche wird von einem lichten *Heidelbeer-Fichtenwald* umrahmt. Hinter dem südlichen Seeufer steigt der Hang steil gegen die Mutterer Alm hinauf, dem östlichen und nördlichen Ufer gegenüber dehnt sich ein mehr oder weniger flacher bis leicht welliger Moränenboden mit anmoorigem Lärchen-Fichtenjungwald aus. Der Hochwald wurde am Nordufer 1929, am Westufer 1935 geschlagen. (Abb. 2).

Leider gibt es im näheren und weitem Gebiet noch keine Klimastation. Verschiedene Pflanzenvereine jedoch, wie das auf Fichten und Lärchenstämmen überall bis 1, 2 m über dem Boden auftretende *Parmeliopsetum* (*Parmeliopsis ambigua*, *hyperopta* und *Cetraria pinastri*), die üppige Bartflechtenvegetation (*Usnea*- und *Alectoria*-Arten), sowie *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium Myrtillus*, lassen einerseits auf reichliche und längere Schneedeckung, wie relativ hohe Luftfeuchtigkeit und häufige Nebelbildung schließen. Die maximale Schneehöhe an den windgeschützten Süd- und Ostufern betrug im Winter 1947/48 1,30 m, 1948/49 1,55 m, 1949/50 1,25 m, an den niederschlagbringenden Westwinden exponierten West- und Nordufern 2,24 m bzw. 2,10 u. 1,90 m. (Abb. 3).

Zweimal besucht wurde auch der *Schwarzsee* bei Nauders, ein in den Serpentinzug unter dem Piz Lat an der Dreiländerecke ein-

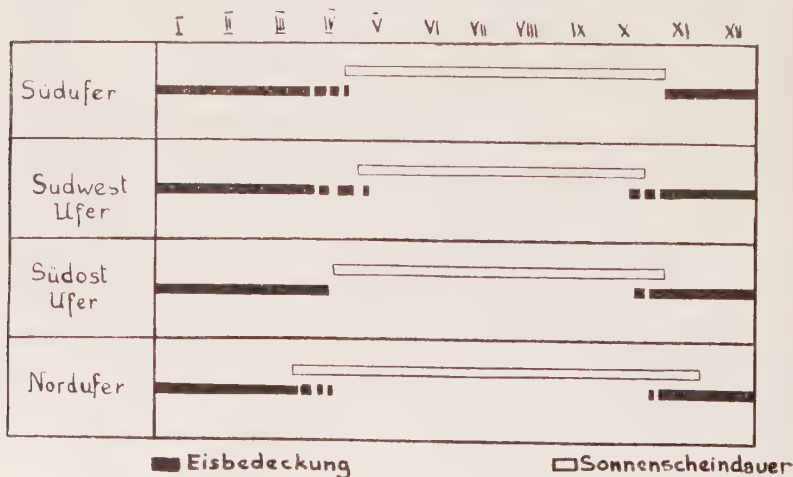


Abb. 3

Eisbedeckung u. Sonnenscheindauer auf der Hirschlacke

gesenkter Moorsee in 1725 m Höhe. Sein Umriss ist mehr oder weniger rechteckig und an der Ausflusstelle auf der Nord-Westseite etwas ausgezogen. Während die nördliche Seehälfte mehr flachufbrig ist, und in ein *Latschenhochmoor* mit *Sphagnum magellanicum* u. *acutifolium*, *Cladonia rangiferina*, *Trichophorum caespitosum*, *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus microcarpus*, *Andromeda polifolia* übergeht, steigt der mit einem *Zirben-Fichtenwald* bestandene Südhang steiler gegen den Piz Lat hinauf. Ganz nahe am Ufer treten einige Quellen aus. Am Westufer finden sich einige Schwinggrasen mit *Carex limosa* und *lasiocarpa*, *Eriophorum vaginatum*, *Menyanthes trifoliata*, *Sphagnum magellanicum* und *acutifolium*, swie *Paludella squarrosa*. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Nymphaea alba* var. *minor*, der höchste bisher in den Alpen bekannte Standort. Grösste Länge ca 256 m grösste Breite ca 150 m.

HYDROGRAPHIE

Bei der geringen Grösse der Hirschlacke war es möglich, eine genaue Vermessung mittels Messleine und Kompass durchzuführen. Es wurde ein Längs-, und senkrecht darauf mehrere Querprofile gelegt. Dabei ergaben sich im einzelnen folgende Werte:

Grösste Länge 45,6 m	Grösste Tiefe 112,4 m
Grösste Breite 17,7 m	Mittlere Tiefe 0,48 m
Mittlere Breite 10,2 m	Fläche 728,4 m

Am Südhang etwa 40 m oberhalb der Lacke entspringt eine perennierende Quelle, deren Wasser durch einen kleinen Graben in den Tümpel geleitet wird. Entlang des Ost- und Westufers begegnet man ausserdem mehreren teils über teils unter dem Wasserspiegel gelegenen Quellaustritten, deren Temperatur 6-7 Grad C. beträgt. Sie sind innerhalb eines Jahres nur geringen Schwankungen unterworfen, sodass nach der herbstlichen Vollzirkulation bei einer Homoeothermie des Wassers von 4-5 Graden, die eben gebildete Eisdecke über den Quellen schmilzt. Das Wasser breitet sich nun über dem Eise aus. Tritt Schneefall ein, so finden wir unter der Schneedecke eine Lage Wasser, die dann meist den ganzen Winter hindurch erhalten bleibt (GÖTZINGER, Eis und Schneeverhältnisse am Lunzer Obersee).

Ein sichtbarer Abfluss ist nicht vorhanden. Einige 5-10 m vom Nordwest-Ufer entfernte Quellen mit annähernd gleicher Temperatur, wie die des Seewassers deuten auf einen unterirdischen Abfluss hin.

Der Wasserstand schwankt im Laufe des Jahres nur wenig und nur sehr ergiebige und länger andauernde Regenperioden, vor allem aber die Schneeschmelze bei Föhneinbruch bedingen ein stärkeres Ansteigen des Wasserspiegels (maximal 20 cm über dem Normalstand).

Das Seebecken ist scharf gegen die Umgebung abgegrenzt. Am Zuflussgebiet der Quelle zeigt sich ein allmählicher Übergang vom trockenen zum feuchten Gelände. Wo die Quelle Material aufschüttet, begegnen wir einem *Sphagnetum* mit *Sphagnum recurvum* und *subsecundum*, *Eriophorum angustifolium* und *Carex fusca*-Beständen.

Der Gewässergrund ist schlammig, hell- bis dunkelbraun gefärbt und von zahlreichen Stein- und Holzresten durchsetzt. Es handelt sich vorwiegend um allochthone Ablagerungen mit reichlich Humusausflockungen, die nach H. VON POST (1885), POTONIE (1904) u.a. als *Dy* bezeichnet werden. Sie sind charakteristisch für nährstoffarme Humusgewässer.

Die Farbe des Gewässers weist innerhalb eines Jahres nur geringfügige Unterschiede auf. Sie kann nach der neuen Skala von MÜNSTER-STROM (1943) (=modifizierte Skala nach LUNQVIST 1936) als gelblich-braun bis braun bezeichnet werden und ist wiederum charakteristisch für dystrophe Moorgewässer. Die Sichttiefe (ermittelt mit Secchischeibe) wird nur in den Sommermonaten durch das Weidevieh beeinflusst. Sie beträgt im Durchschnitt 55—60 cm.

THERMIK

Da die thermischen Verhältnisse eines Gewässers mit zu den wichtigsten ökologischen Faktoren zählen, wurde versucht, durch möglichst viele Temperaturmessungen ein genaueres Bild von den Wärmeverhältnissen eines subalpinen Kleinsees zu gewinnen. Die sonst in dieser Hinsicht gemachten Untersuchungen sind meist nur im Zusammenhang mit Planktonfängen und Sauerstoffmessungen durchgeführt worden und beziehen sich fast ausschliesslich auf grössere Gewässer dieser Höhenlagen, mit Ausnahme der Untersuchungen REDINGERS in den Moorschlenken des Lunzer Obersees

A) Eis- und Schneeverhältnisse:

Ende Oktober bis Anfang November werden die ersten Eisdecken gebildet. Während am 20.X.1947 noch keine Spur von Vereisung vorhanden war, hatte sich am 22.X. bereits eine 3 cm dicke Eisschicht bis auf 50 cm an das noch eine Stunde im Tag beschienene Nordufer herangebildet. Eisfrei war ausserdem eine etwa 1 m² grosse Fläche über den Quellaustritten am Ostufer. Am 2. Nov. desselben

Jahres war der See mit einer Schneedecke von 30 cm und einer 10 cm dicken Eisschicht bedeckt. Dazwischen fand sich eine 3 cm mächtige Schnee- und Eisschicht.

Die stärkste Eisdicke von 44 cm konnte ich am 23.XII.1948 messen. Die Uferregion friert regelmässig bis auf den Grund zu und der daruntergelegene Boden ist 8—10 cm hart gefroren.

Anfang April beginnt die Lacke vom Nordufer aus aufzutauen, doch bildet sich nachts noch bis Ende des Monats regelmässig eine dünne Eiskecke. Sonnenscheindauer und die Dauer der Eis- und Schneebedeckung sind aus Abb. 3 ersichtlich.

B) Die Temperatur.

Über die Eigentümlichkeiten der Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen und einiger Seen in der Nähe von Stockholm berichten WESENBERG-LUND (1912) und G. ALM (1926). Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Wassertemperaturen an den südexponierten Ufern grossen Tagesschwankungen ausgesetzt und von ausschlaggebender Bedeutung für die dort siedelnde Lebewelt sind. Wenn die übrigen Teile des Sees noch zugefroren sind, entwickelt sich hier bereits ein üppiges Pflanzen- und Tierleben.

Meine Beobachtungen an der Hirschlacke zeigten recht ähnliche Verhältnisse.

28. April 1948: Heiter, windstill, der ganze See mit Ausnahme eines 1 m breiten Streifens am Nordufer mit Eis bedeckt.

Lufttemperatur: 10h—10° C	14 h —13 ° C
Wassertemperatur:	10 h —13 h
Uferlinie:	11 ° C—19,5° C
10 cm vom Ufer Oberfläche	11 ° C—17,5° C
10 cm vom Ufer 10 cm Tiefe	8 ° C—15,0° C
30 cm vom Ufer Oberfläche	7 ° C—12,0° C
30 cm vom Ufer 10 cm Tiefe	5,5° C— 9,6° C
60 cm vom Ufer Oberfläche	4,5° C— 5,0° C
60 cm vom Ufer 30 cm Tiefe	4,0° C— 4,5° C

Dieser schmale Streifen war bereits von *Chydorus sphaericus*, *Cyclops strenuus* und einigen *Desmidiaceen* wie *Netrium digitus*, *Penium rufescens*, *Closterium striolatum*, *Cl. cynthia*, *Tetmemorus granulatus* und *Micrasterias denticulata* besiedelt.

DIE VERTICALE TEMPERATURSCHICHTUNG

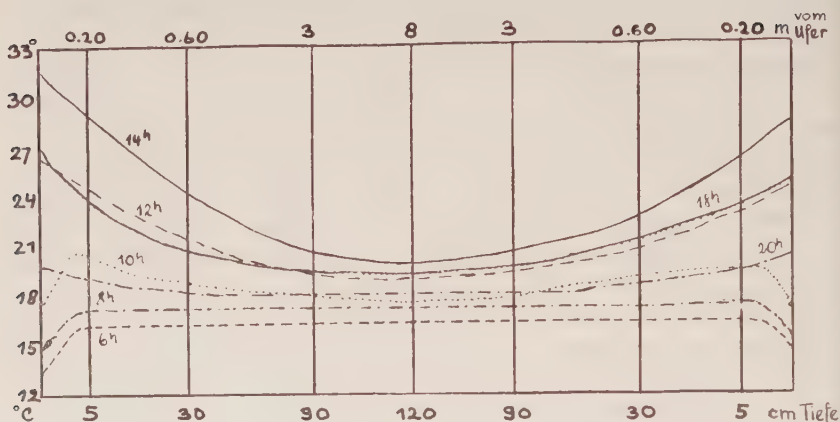


Abb. 4a

Nord-Ufer

Süd-Ufer

Temperaturprofil durch die Hirschlacke am 13.8.1947

Abbildung 4a stellt ein Temperaturprofil durch die Hirschlacke an einem warmen Sommertag (13.VIII.1947) dar. Sie zeigt den Verlauf der Erwärmung innerhalb eines Tages. Diese nimmt vom Ufer gegen die Seemitte zu ab, da sich die zugeführte Strahlungswärme auf eine höhere Wassersäule aufteilt als an den flachen Ufern. Wir sehen aber auch, dass sich die Uferlinie während der Nacht stärker abkühlt als das offene Wasser und dass die Einstrahlung erst gegen Mittag die Temperatur der Uferlinie (des Nordufers) der des offenen Wasser anzugleichen vermag. Die Uferwassertemperaturen stehen aber dann tagsüber beträchtlich über denen des übrigen Wassers und der Luft. Am schnellsten ist der Temperaturanstieg in der Zeit zwischen 10h—12h, der Temperaturrückgang zwischen 18—20h. Abb. 4 b veranschaulicht die beobachteten Tagesschwankungen in den verschiedenen Zonen. F (Vergl. Pichler 1938).

Folgende Tabelle stellt die beobachteten Maxima und Minima dar.

Entfernung v. Ufer in m	0	0,2	0,6	3,0	7,5
Tiefe in cm	0	5,0	30,0	90,0	120,0
Maximum in Grad C	30,5	28,0	23,5	19,5	19,0
Minimum in Grad C	12,5	15,5	16,0	15,0	14,0
Tagesschwankung in Grad C	18,0	12,5	7,0	3,5	5,0

Der Verlauf der täglichen Schwankungen an einem trüben Sommertag zeigt ähnliche Verhältnisse, doch sind die Extreme bedeutend

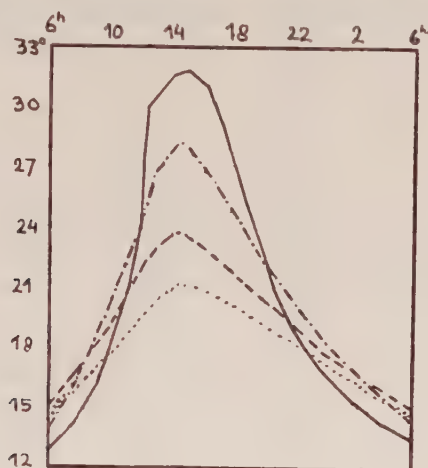


Abb. 4b

Tagesschwankungen der Temperatur in verschiedenen Zonen

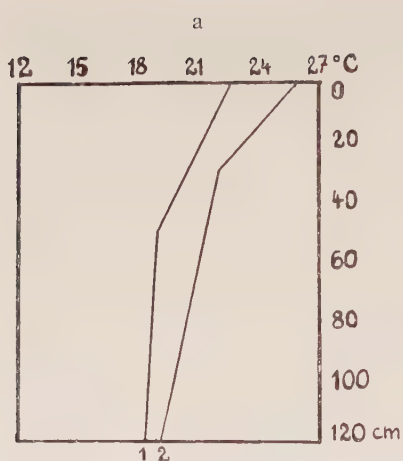
— Ufertemperatur; — — 20 cm vom Ufer 5 cm Tiefe; - - - 1 cm vom Ufer 30 cm Tiefe; 8 cm vom Ufer 90 cm Tiefe.

geringer und die Schwankungen an der Uferlinie betragen meist nur 2—3°. Ein Gewitter kann innerhalb kurzer Zeit Homoeothermie des ganzen Wassers verursachen.

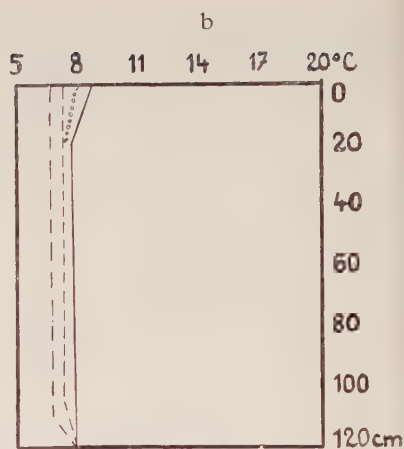
Die Frühjahrs- und Herbsttemperaturen sind in Abb. 5 dargestellt. Kurve 1 vom 28.4.1948 und 10.5.1947 zeigen den raschen Anstieg der Oberflächentemperatur, die so schnell erfolgt ist, dass es kurze Zeit zur Ausbildung einer Sprungschicht gekommen ist. Mit dem Einsetzen der Zirkulation sinkt sie wieder langsam in die Tiefe (Vgl. WOLFF 1948). Im Oktober vermag die Einstrahlung auch die obersten Wasserschichten kaum noch zu erwärmen, ja es tritt sogar eine Umkehr der Temperaturschichtung und damit die Herbstzirkulation ein. Interessant ist ferner eine minimale Temperaturzunahme unmittelbar über dem Gewässergrund, die wohl auf Oxydationsvorgänge in diesen Schichten zurückzuführen ist.

Abb. 5d gibt die Wintertemperaturen wieder. Die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Grund beträgt 1,4 Grad.

Eine vorübergehende Sprungschicht bildet sich nur im Frühling unmittelbar vor Beginn der Vollzirkulation. Die Einstrahlung im Herbst ist nur mehr im Stande die obersten Wasserpartien zu erwärmen und im Winter beträgt die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Grund nur 1—2 Grade.

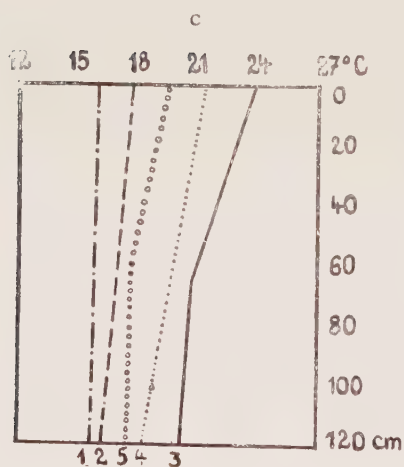


K₁ 28.4.1948 14h Luft 8° C
K₂ 10.5.1948 14h Luft 8° C



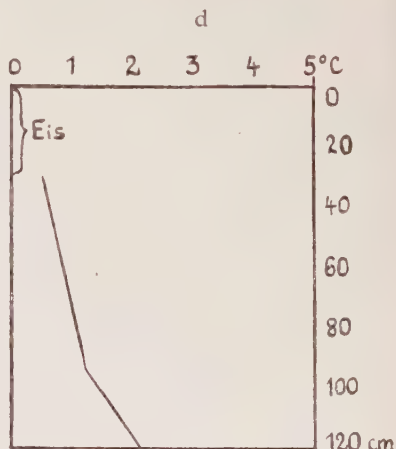
Gewässer-Mitte

Kurve — 6h Luft 9° C
" --- 10h Luft 14° C
" 14h Luft 15,4° C
" 18h Luft 13,9° C



Gewässer-Mitte

Kurve 1 6h Luft 17,5° C
" 2 10h " 18,5° C
" 3 14h " 22,5° C
" 4 18h " 19,0° C
" 5 22h " 18,0° C



23.12.1948 10h Luft 6° C
60 cm Schnee 30 cm Eis

Abb. 5

Gang der Wassertemperaturen der Hirschlacke an einzelnen Tagen.
a) 28.4.1948 u. 10.5.1948; b) 6.10.1947; c) 13.8.1947; d) 23.12.1948.

CHEMISMUS

Die chemischen Untersuchungen beschränkten sich auf Bestimmung des Sauerstoffgehaltes und der Wasserstoffionenkonzentration.

A. Sauerstoff

Dystrophe Seen und Moorgewässer sind stets durch eine bedeutende Sauerstoffarmut gekennzeichnet. Die Sauerstoffzehrung beruht hauptsächlich auf Zersetzungs Vorgänge am Gewässergrund. Da infolge der Nährstoffarmut die Planktonproduktion solcher Gewässer sehr gering ist, unterbleibt eine Anreicherung von Sauerstoff durch die Autotrophen.

Sauerstoffmessungen aus subalpinen Moorgewässern liegen bisher nur vom Lunzer Obersee vor, wo REDINGER (1934) die Verhältnisse in den dortigen Moorschlenken genauer studiert hat. Nach diesen Untersuchungen gibt es neben jahreszeitlichen auch tageszeitliche Schwankungen. Die Maximalwerte an der Oberfläche der Schlenkengewässer betrugen 10 mg/l. In einer Tiefe von nur 10—20 cm betrug der Sauerstoffgehalt im Frühling etwa 4 mg/l, im Juli nur noch 1 mg/l. Je höher die Temperatur, um so intensiver ist die Zersetzung der auf dem Boden befindlichen organischen Substanzen und desto grösser wird der Verbrauch an Sauerstoff. Nachts bereichert sich das inzwischen kühler gewordene Wasser durch Absorption aus der Luft.

Die Sauerstoffbestimmungen wurden nach der kolorimetrischen Methode nach Hofer durchgeführt. Nachstehende Tabelle gibt den jahreszeitlichen Rhythmus wieder:

Datum	Tiefe	Wassertemperatur	O ₂ mg
30.11.1946	Oberfläche	4° C	3,5
	1 m	4° C	0,5
13. 3.1947	1 m	4° C	0,5
7. 6.1947	Oberfläche	14° C	2,5
	1 m	8° C	1,5
29. 8.1947	Oberfläche	17° C	2,0
	1 m	9° C	0,5
9. 6.1948	Oberfläche	18° C	2,0
	1 m	9° C	0,5

Die Sauerstoffmessungen ergaben ähnliche Verhältnisse, wie sie REDINGER in den Moorschlenken angetroffen hat. Die höchsten Werte fand ich nach einem Regen am 24.10.1948 bei einer Lufttemperatur von 8 Graden. Der Wert betrug 4,5 mg/l. Eine geringe

Zunahme des Sauerstoffes kann man auch beobachten, wenn die Wasseroberfläche vom Winde leicht bewegt wird. Im Allgemeinen jedoch ist die Hirschlacke wie alle dystrophen Gewässer sehr arm an Sauerstoff.

B. Wasserstoffionenkonzentration

Die Braungewässer weisen bekanntlich auch andere pH-Verhältnisse auf als die übrigen Gewässertypen. Von Moorgewässern in subalpiner Lage sind uns nur wenig pH-Messungen bekannt. Wiederrum war es REDINGER, der diese Verhältnisse im Zusammenhang mit Sauerstoffmessungen in den Moorschlenken des Lunzer Obersees untersucht hat. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Messungen waren folgende:

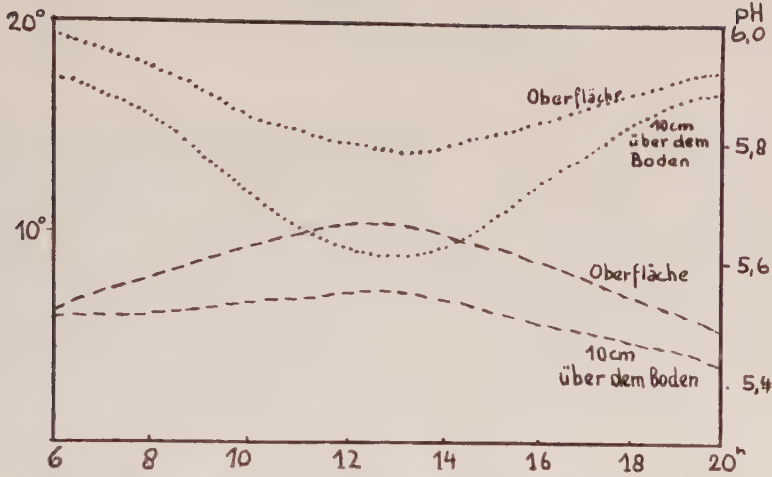
Die maximalen Grenzen, zwischen denen sich im Laufe einer Vegetationsperiode der pH-Wert bewegte, waren 6,8 und 4,6. Er nimmt mit zunehmender Tiefe ab. Die geringere Acidität im Frühjahr führt Redinger auf die reichlichen Schmelzwassermengen zurück.

MÜNSTER-STROM (1921) sieht neben dem geologischen Untergrund im Kohlensäuregehalt des Wassers den ausschlaggebenden Faktor, der den pH-Wert eines Gewässers bestimmt. Je nach dem Grade der Durchlüftung ist der CO_2 -Gehalt verschieden und damit der pH-Wert grösser oder kleiner.

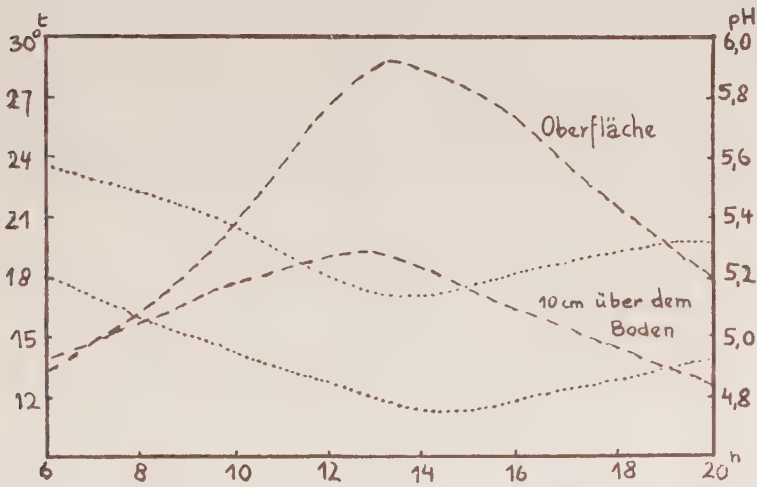
Die Untersuchungen führte ich mit dem Folienkolorimeter nach Wulff durch, das sich durch die Schnelligkeit der Bestimmung und die befriedigende Genauigkeit im sauren Bereich als sehr geeignet erwies. Einige dieser Ergebnisse sind auf Abb. 6 dargestellt. Sie stimmen mit den Resultaten REDINGERS ziemlich überein.

Der pH-Wert schwankte innerhalb einer Vegetationsperiode zwischen 4,5 und 5,9, wobei die niedrigsten Werte in den Sphagnumschlenken am Westufer, die höchsten an der Oberfläche der Seemitte ermittelt wurden. Am Grunde des Gewässers war der pH-Wert infolge Anwesenheit oxydabler Substanzen niedriger als an der Oberfläche. Unmittelbar nach der Vollzirkulation im Frühling und Herbst hatten alle Wasserschichten den gleichen pH-Wert. Die Tagesschwankungen waren ziemlich deutlich ausgeprägt und zwar hatte das Wasser am Morgen und Abend einen höheren pH-Wert als am Mittag.

Abb. 6



Änderungen der Wasserstoffionenkonzentration am 28. April 1948



Änderungen des pH am einem Warmen Sommertag (13.8.1947)

FLORA UND VEGETATION.

A) Die errante Vegetation.

Das Plankton.

In einem Kleingewässer werden die freien Wassermassen durch Wellenbewegung ständig bis zu einem gewissen Grade durchmischt, so dass es immer wieder zu Temperatur- und Nährstoffausgleichen kommt. Eine deutliche Schichtung des Planktons konnte daher nie festgestellt werden. Infolge der grossen Nährstoffarmut ist das Phytoplankton sowohl quantitativ wie qualitativ arm. Ein weiterer Grund hierfür dürfte wohl auch in der zeitweisen Massenentfaltung von *Corethra plumicornis*, eines für 0² — arme Gewässer charakteristischen Plankters (VSLLÉ 1930) zu suchen sein, die nicht nur auf Kleinkrebse Jagd macht, sonder nauch pflanzliche Nahrung zu sich nimmt. Alle mit dem Netz erbeuteten Algen fanden sich auch im Verdauungstrakt der Büschelmückenlarve wieder.

Das erbeutete Phytoplankton setzt sich aus euplanktischen und tychoplanktischen Formen zusammen. Bei der Beurteilung über die Formenzugehörigkeit der einzelnen Organismen habe ich mich an die Ausführungen von MESSIKOMMER (1942) gehalten.

Um alle Arten möglichst vollständig zu erfassen, wurden zu jeder Jahreszeit Planktonfänge durchgeführt und meist an Ort und Stelle untersucht. In der folgenden Tabelle sind alle mit dem Planktonnetz erbeuteten Algen aufgeführt. (E = Euplankter, T = Tychoplankter)

Cyanophyceae:	<i>Chroococcus limneticus</i>	E
	„ <i>turgidus</i>	T
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	T
	<i>Microcystis</i> sp.	T
Flagellatae:	<i>Euglena spirogyra</i>	T
	<i>Trachelomonas granulosa</i>	E
	„ <i>lacustris</i>	E
	„ <i>volvocina</i>	E
	<i>Peridinium cinctum</i>	E
Diatomeae:	„ <i>umbonatum</i>	E
	<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	E
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	T
	<i>Pinnularia gibba</i>	T
Chlorophyceae:	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	T
Conjugatae:	<i>Arthrodesmus convergens</i>	T
	<i>Xanthidium antilopaeum</i>	T

Zooplankton:

Corethra plumicornis
Keratella cochlearis
Cyclops strenuus
Chydorus sphaericus

Die 3 letztgenannten Plankter trifft man stets nur in der Randzone zwischen Eleocharispflanzen, einem Biotop, der von *Corethra* gemieden wird.

Die Produktionsintensität der Hirschlacke an Plankton ist gering, charakterisiert jedoch eine dystrophes Kleingewässer. Die Hauptentfaltung des Planktons fällt in die Monate Juli/August. Der Individuenzahl nach überwiegen stets die Phytoplankter, dem Volumen nach die Zooplankter. (*Corethra*).

Mit der Grösse des Gewässers nimmt auch die Menge des Planktons zu. Als Beispiel führe ich den Schwarzsee an.

Phytoplankton:

Cyanophyceae:	<i>Chroococcus limneticus</i>	E
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	T
Flagellatae:	<i>Trachelomonas granulosa</i>	E
	<i>Trachelomonas volvocina</i>	E
	<i>Peridinium cinctum</i>	E
	<i>Ceratium cornutum</i>	E
	<i>Ceratium hirundinella</i>	E
Diatomeae:	<i>Tabellaria fenestrata</i>	E
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	T
Chlorophyceae:	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	T
	<i>Eremosphaera viridis</i>	T
	<i>Coelastrum microporum</i>	T
	<i>Pediastrum Boryanum</i>	T
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	T
Conjugatae:	<i>Arthrodesmus convergens</i>	E
	<i>Xanthidium antilopaeum</i>	T
	<i>Staurastrum gracile</i>	E
	<i>Cosmarium Cucurbita</i>	T
	<i>Cosmarium subcostatum</i>	T

Zooplankton:

Keratella cochlearis
Keratella aculeata
Diaptomus denticornis
Chydorus sphaericus
Diverse Rotatorien

Die reichlichere Planktonentwicklung im Schwarzsee mag durch folgende Faktoren begründet sein: Grösse des Gewässers, relative Windgeschützttheit, dunklerer Untergrund, längere Vegetationszeit ü. stärkere Besonnung.

B. Die adnate Vegetation:

Die Biocönosen des Aufwuchses.

SELIGO (1905) hat für die auf Pflanzen, wie auf Steinen und Hölzern lebenden Microorganismen den Ausdruck *Aufwuchs* geprägt. WARMING und ähnlich auch SCHRÖTER (1916) nannten sie Nereiden. HENTSCHEL (1916) bezeichnet sie als Bewuchs und meint damit in erster Linie das sessile *Benthos*, also Epizoen und Epiphyten.

Um die quantitativen Unterschiede im Bewuchs verschiedener Teile und Tiefen eines Gewässers festzustellen, bedient sich HENTSCHEL wie später auch WILLER (1923), THOMASSON (1925), KANN (1933) der Glasscheiben- (Objektträger) bzw. Schieferplattenmethode. Da es sich hierbei aber um Substrate handelt, die in ihrer Beschaffenheit von den natürlichen Unterlagen wesentlich verschieden sind, empfiehlt THOMASSON (1925) den Aufwuchs von Wasserpflanzen (Schilfstengel, Seerosenblätter u.sw.) zur genauen quantitativen Untersuchung heranzuziehen.

Meine Beobachtungen richteten sich vor allem auf die Zonierung der Kleinlebewelt des offenen Wassers, wie auch in Sphagnumrasen. Ich bediente mich dabei einiger Schilfstengel, die in verschiedenen Teilen der Lacke ausgesetzt wurden. Nach einer bestimmten Zeit wurden sie wiederum eingesammelt und cm für cm untersucht und gezählt. Die Ergebnisse sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

0—20 cm		20—40 cm	
<i>Chroococcus turgidus</i>	44%	<i>Aremosphaera viridis</i>	
<i>Chroococcus limneticus</i>	22%	<i>Enkistrodesmus falcatus</i>	
<i>Oscillatoria tenuis</i>	10%	<i>Scenedesmus</i> sp.	
<i>Oscillatoria splendida</i>	8%	<i>Bulbochaete</i> sp.	
<i>Oscillatoria</i> sp.	4%	<i>Netrium digitus</i>	
<i>Lyngbya limnetica</i>	4%	<i>Penium rufescens</i>	
<i>Stichococcus</i> sp.	2%	<i>Tetmemorus granulatus</i>	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		<i>Xanthidium antilopaeum</i>	
<i>Scenedesmus</i> sp.		<i>Micrasterias papillifera</i>	
<i>Cosmarium quadratum</i>		<i>Cosmarium retusum</i>	

Closterium striolatum

Staurastrum orbiculare

Desmidium Swartzii

Pinnularia gibba

Pinnularia microstauron

Stauroneis anceps

40—100 cm

Xanthidium antilopaeum

Desmidium Swartzii

Micrasterias truncata

Pinnularia gibba

Pinnularia microstauron

Stauroneis anceps

Stauroneis phoenicenteron

Neidium affine

Frustulia rhomboides

Cymbella gracilis

Eunotia robusta

Vorstehende Algenliste zeigt, dass die obersten Wasserschichten zu 94% von *Blualgen*, die mittlere zur Hauptsache von *Grünalgen*, die untersten fast ausschliesslich von *Diatomeen* besiedelt werden. (Abb. 7a).

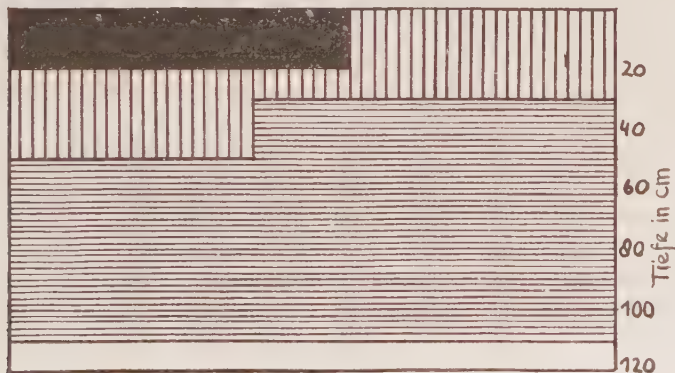


Abb. 7a

Individuenzahl in % pro cm. Zonierung des Aufwuchses an Holzpfählen im offenen Wasser.

Welche Faktoren entscheiden nun über die Zonierung dieser Algengesellschaften? Die Untersuchungen JAAGS (1933, 1945) haben gezeigt, dass die meisten *Cyanophyceen* sehr licht- und sauerstoffbedürftige Organismen sind. Diese Voraussetzungen sind in

einem Braungewässer nur in den obersten Schichten gegeben. Weniger lichtbedürftig sind mehrere *Desmidiales* und *Protococcales*, die ich noch unter einer 1,50 m mächtigen Schnee- und Eisdecke in voller Vitalität gefunden habe. Die vorgefundenen *Diatomeen* sind durchwegs Formen des Seegrundes.

Die Tatsache einer Vertikalschichtung der Mikrophyten im offenen Wasser macht verständlich, dass auch die Kleinlebewelt eines Sphagnumrasens in einem Hochmoor, der in ökologischer Hinsicht durch eine Reihe spezifischer Merkmale gekennzeichnet ist, eine Zonierung seiner Bewohner aufweisen kann. Die besonderen Eigentümlichkeiten solcher Sphagnumbüten sind kurz folgende: Die obersten Partien, die zur Hauptsache von Regenwasser gespeist werden, trocknen in niederschlagsarmen Perioden stark aus, was einerseits eine Zunahme der Temperaturschwankungen des gespeicherten Wassers andererseits eine Zunahme der Konzentration der gelösten Stoffe zur Folge hat, während in den unteren, teilweise abgestorbenen Teilen eine Ansammlung von Zerfallsprodukten und damit eine starke Sauerstoffzehrung eintritt. Hand in Hand damit lässt sich auch eine Abnahme des infolge Anwesenheit von freien Huminsäuren niederen pH-Wertes feststellen. So habe ich an der Spitze einer Sphagnumpflanze ein pH von 5,6, in 4 cm Tiefe bereits ein solches von 4,8 gemessen. In ähnlicher Weise nimmt auch die Lichtintensität nach unten hin ab.

Lösen wir ein Sphagnumplänzchen aus dem Rasenverband und untersuchen wiederum die einzelnen Abschnitte, so erhalten wir folgendes Bild:

Die Spitze ist je nach Jahreszeit-besonders ausgeprägt im Herbst von einer dunkel-blaugrünen Kruste von *Chroococcus turgidus* überzogen, dessen mächtige Gallerthülle ein Vegetieren trotz zeitweiser Austrocknung und extremer Temperaturschwankung in diesen Partien ermöglicht. Etwa 1—2 cm tiefer finden wir *Grünalgen*, hauptsächlich *Protococcales* und *Desmidiales*, wobei je nach Jahreszeit die eine oder andere Gruppe dominiert. So stellen sich Ende Mai eine beträchtliche Anzahl von *Eremosphaera viridis* und *Scenedesmus*arten mit wenigen *Desmidiccae*en, vor allem *Netrium digitus* und *Desmidium Swartzii* ein, während gegen den Herbst zu *Netrium digitus* weit überwiegt. Gelegentlich begegnet man auch *Diatomeen*.

Quantitativ wie qualitativ am reichsten ist der Übergang vom grünen zum braunen, nicht mehr assimilierenden Teil der Pflanze. Hier begegnen uns in ungefähr gleichem Verhältnis *Desmidiaceen* und *Diatomeen*: *Netrium digitus*, *Penium rufescens*, *Euastrum didelta* und *binale*, *Cosmarium pyramidatum*, *Pinnularia viridis*, *microstauron* und *subcapitata*.

In der nach unten folgenden, vollständig gebräunten Zone trifft man ausser vereinzelten Diatomeen (*Eunotia robusta* und *lunaris*) nur noch *Heterotrophe*, vor allem *Rhizopoden* und *Nematoden* (vgl. HEINIS 1945).

Der Grossteil der Besiedler eines Sphagnumrasens zieht die mittlere, noch im Wachstum befindliche Moospartie vor, wo Sauerstoff-, Licht- und Temperaturverhältnisse noch relativ günstig sind. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Arten- und Individuenzahl sehr rasch ab. (Abb. 7b).

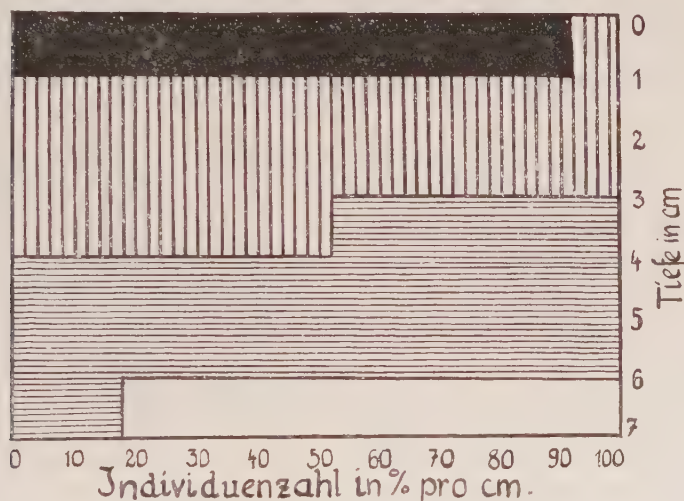


Abb. 7b

Zonierung des Aufwuchses auf Sphagnum

Die Algenflora des Litorals

Die Algen der Uferzone — ich möchte diese Zone eines Kleingewässers als „Kleinelitoral“ bezeichnen — wie schon erwähnt in mancher Hinsicht gegenüber den Besiedlern des offenen Wassers und der Sphagnumbüten im Vorteil. Da die Gewässer an den Rändern wesentlich früher auftauen als in der Seemitte, steht den litoralen Organismen eine längere Vegetationsperiode zur Verfügung.

Ein Vergleich der Algenflora der Litoralzone (Aufwuchs auf *Carex fusca*- Blättern und *Eleocharis*-Stengeln) mit der der randlichen Sphagnumrasen bietet interessante Aufschlüsse. Auffallend ist, dass die Zahl der im Litoral vorgefundenen Formen mehr als doppelt so gross ist, als in den Sphagnumbüten des Westufers. Bei den Besiedlern des Litorals handelt es sich um echte Wasserbewohner,

während die Bewohner des anderen Standorts zeitweise eine völlige Austrocknung zu ertragen haben. Bei den Blaualgen dominiert im Litoral *Oscillatoria tenuis*, die eine gewisse Feuchtigkeitsmenge benötigt, während *Nostoc* und *Chroococcus* durch ihre Gallerthüllen von Austrocknen geschützt sind. Von *Diatomeen* traten in den Sphagnumrasen häufig auf: *Eunotia lunaris* und *polyglyphis*, *Navicula subtilissima* und einige *Pinnularia*-Arten. Für die *Chlorophyceen* scheinen die Lebensbedingungen in den Sphagnumen ungünstig zu sein. Mit Ausnahme von *Eremosphaera viridis* trifft man nur wenige Vertreter dieser Algengruppe häufiger. An Flagellaten fand ich nur *Glenodinium montanum*, das nach MESSIKOMMER (1943) sphagnophil zu sein scheint.

Nachstehende Liste gibt einen Überblick über diese Biotope:

c = reinlich, r = ziemlich spärlich, rr = spärlich, rrr = sehr spärlich

Algen auf *Carex fusca*-blättern
u. anderen Substraten des Litorals. (Nordufer)

Algen aus einem lichten Sphagnumrasen des Westufers

<i>Chroococcus turgidus</i>	rrr	<i>Chroococcus turgidus</i>	c
<i>Oscillatoria tenuis</i>	rr	<i>Nostoc</i> sp.	r
<i>Anabaena</i> sp.	rr	<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	rr
<i>Euglena spirigyra</i>	rrr		
<i>Trachelomonas abrupta</i>	rrr		
<i>Trachelomonas granulosa</i>	r		
<i>Trachelomonas volvocina</i>	rr		
<i>Peridinium cinctum</i>	rrr		
<i>Peridinium umbonatum</i>	rrr	<i>Glenodinium montanum</i>	rr
<i>Tabellaria flocculosa</i>	r-c		
<i>Desmidium Swartzii</i>	c		
<i>Pediastrum Tetras</i>	rr		
<i>Scenedesmus serratus</i>	rrr	<i>Eremosphaera viridis</i>	r-c
„ <i>parisiensis</i>	rrr		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	rrr		
<i>Selenastrum minutum</i>	rrr		
<i>Bulbochaete</i> sp.			
<i>Ophiocytium capitatum</i>	rrr		
„ sp.	rrr		

Die Algen des Gewässergrundes

Die Grundalgen der Gewässermite gehören zur Gruppe der pelophilen Algen, die das *Limno-Pedon* bilden (LAUTERBORN 1915).

Es handelt sich fast durchwegs um Kriecher und Hafter und zwar um *Diatomeen*, einige *Cyanophyceen* und wenige *Desmidiaceen* und *Chlorophyceen*. Die in der Hirschlacke und im Schwarzsee vorgefundenen Formen sind in folgender Liste aufgeführt. Insgesamt wurden 26 Vertreter gefunden: Cyanophyceae 3, Diatomeae 13, Protococcales 2 und Desmidiales 6.

		Hirschlacke	Schwarzsee
<i>Merismopedia tenuissima</i>		+	—
„ <i>elegans</i>		+	+
<i>Synechococcus aeruginosus</i>		—	+
<i>Melosira distans</i>		+	—
<i>Neidium iridis</i>		+	+
„ <i>affine</i>		+	+
<i>Stauroneis anceps</i>		+	+
<i>Navicula subtilissima</i>		+	—
<i>Pinnularia borealis</i>		+	—
„ <i>gibba</i>		+	—
„ <i>microstauron</i>		+	—
<i>Cymbella gracilis</i>		+	—
„ <i>affinis</i>		—	+
„ <i>helvetica</i>		—	+
<i>Nitzschia Suchlandti</i>		+	+
<i>Surirella linearis</i>		—	+
<i>Pediastrum Boryanum</i>		+	+
<i>Scenedesmus</i> sp.		+	—
<i>Closterium striolatum</i>		+	—
„ <i>cynthia</i>		+	+
<i>Euastrum ansatum</i> var. <i>dideltiforme</i>		+	—
<i>Eunotia lunaris</i>	rrr	<i>Eunotia lunaris</i>	c
„ <i>polyglyphis</i>	rrr	„ <i>polyglyphis</i>	r
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	rr		
<i>Neidium affine</i>	rrr		
„ <i>iridis</i>	rrr		
<i>Stauroneis anceps</i>	r		
„ <i>phoenicenteron</i>	r-c	<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	rr
<i>Navicula subtilissima</i>	rrr	<i>Navicula subtilissima</i>	r-c
<i>Pinnularia borealis</i>	rr		
„ <i>gibba</i>	c	<i>Pinnularia gibba</i>	rrr
„ <i>microstauron</i>	r-c		
„ <i>rhynchocephala</i>	rr		
„ <i>subcapitata</i>	r		

<i>Gomphonema gracilis</i>	rrr		
„ var. <i>cymbelloides</i>	rrr		
<i>Hantzschia amphioxys</i>	rrr		
<i>Nitzschia Suchlandti</i>	r-c	<i>Nitzschia Suchlandti</i>	rrr
<i>Mougeotia</i> sp.	c		
<i>Spirogyra</i> sp.	c		
<i>Zygogonium ericetorum</i>	rr		
<i>Netrium digitus</i>	rr	<i>Netrium digitus</i>	r
<i>Penium exiguum</i>	rrr		
„ <i>silvae nigrae</i> var.			
<i>parallelum</i>	rrr		
„ <i>rufescens</i>	rr	<i>Penium rufescens</i>	r-c
<i>Closterium costatum</i>	rr		
„ <i>cynthia</i>	r-c	<i>Closterium cynthia</i>	r
„ <i>intermedium</i>	rr		
„ <i>lunula</i>	rrr		
„ <i>Navicula</i>	rrr		
„ <i>striolatum</i>	c	<i>Closterium striolatum</i>	rrr
<i>Tetmemorus granulatus</i>	rr		
<i>laevis</i>	rrr		
<i>Pleurotaenium trabecula</i>	rrr		
<i>Euastrum ansatum</i> var.			
<i>dideltiforme</i>	rrr		
„ <i>didelta</i>	r-c	<i>Euastrum didelta</i>	rrr
„ <i>binale</i> var. <i>Gut-</i>			
<i>zinskii</i>	rr		
„ <i>denticulatum</i> var.			
<i>angusticeps</i>	rr	<i>Euastrum denticulatum</i>	rrr
„ <i>humerosum</i>	r-c		
„ <i>oblongum</i>	rrr		
<i>Micrasterias papillifera</i>	rr	<i>Micrasterias papillifera</i>	rrr
„ <i>denticulata</i>	rrr	„ <i>denticulata</i>	rrr
„ <i>Thomasiana</i>	rrr		
„ <i>truncata</i>	rrr	„ <i>truncata</i>	rrr
<i>Cosmarium connatum</i>	rrr		
„ <i>Cucumis</i> var.		<i>Cosmarium Cucumis</i> var.	
<i>magnum</i>	rrr	<i>magnum</i>	rrr
„ <i>Margaritifera</i>	rrr	„ <i>Margaritifera</i>	r
„ <i>pyramidatum</i>	rrr		
„ <i>Regnellii</i> var.			
<i>Pseudoregnellii</i>	rrr		
„ <i>retusum</i>	rrr	„ <i>retusum</i>	rrr
„ <i>venustum</i> var.			
<i>excavatum</i>			

	<i>forma duplo-</i>			
	<i>major</i>	rrr		
„	<i>vogesiacum</i>	rrr		
„	<i>De Baryi</i>	rr	„	<i>De Baryi</i> rrr
„	<i>quadratum</i>	rrr	„	<i>quadratum</i> rrr
„	<i>minimum</i>	rrr	„	<i>minimum</i> rrr
<i>Xanthidium antilopaeum</i>		r-c		
<i>Arthrodesmus convergens</i>		c	<i>Arthrodesmus convergens</i>	rrr
„	<i>triangularis</i>	rrr		
„	<i>octocornis</i>	rrr		
<i>Staurastrum controversum</i>		rrr		
„	<i>gladiosum forma</i>			
	<i>ornata</i>	rr	<i>Staurastrum gladiosum</i>	rrr
„	<i>gracile</i>	rrr		
„	<i>hirsutum</i>	rr	„	<i>hirsutum</i> rrr
„	<i>orbiculare</i>	rrr		
„	<i>ornatum</i> var.			
	<i>asperum</i>	rrr		
„	<i>pseudotetracerum</i>	rrr		
„	<i>sexcostatum</i> var.			
	<i>productum</i>	rr		
„	<i>spongiosum</i>	rr	„	<i>spongiosum</i> rrr
„	<i>subavicula</i> var.			
	<i>silvae nigrae</i>	rrr		
„	<i>subavicula</i> var.			
	<i>tyroliense</i>	rrr	„	<i>subavicula</i> var. rrr
				<i>tyroliense</i>
„	<i>Suchlandtianum</i>	rr		
<i>Spondylosium pulchellum</i>		rrr		
<i>Hyalotheca dissiliens</i>		rrr		
<i>Euastrum humerosum</i>			±	—
<i>Micrasterias denticulata</i>			±	—
<i>Arthrodesmus Incus</i>			±	—

Die Mikroflora der Quelle

Die Algen vom Quellaustritt bis zur Mündung in den Tümpel, also einer Strecke von ungefähr 40 Metern wurden Abkratzen von Steinen und inunidiertem Gras und Seggenblättern gesammelt.

Cyanophyceae:

Chroococcus turgidus
Oscillatoria tenuis
Scytonema conf. Arcangelii

Diatomeae:

Achnanthes lanceolata
Ceratoneis arcus
Diatoma hiemale
Cymbella gracilis
Eunotia arcus
Frustulia saxonica
Pinnularia borealis
Tabellaria flocculosa
Neidium affine

Chlorophyceae:

Scenedesmus sp.
Oedogonium sp.
Bulbochaete sp.

Conjugatae:

Closterium cynthia
„ *libellula*
Cylindrocystis Brebissonii var. *minor*
Euastrum binale
„ *didelta*
Gymnozyga moniliformis
Staurastrum sp.
Mougeotia sp.

Die Periodizität

Am besten lässt sich die Erscheinung der Periodizität am Phytoplankton nachweisen (SUCHLAND 1922). Jeder Jahreszeit entspricht eine besondere Entwicklung, sei es nun in Bezug auf einzelne Arten oder ganzer Gesellschaften.

Als Algen, die ich das ganze Jahr hindurch gefunden habe, die aber ein deutliches Sommermaximum aufweisen, seien vor allem einige Desmidiaceen wie *Netrium digitus*, *Euastrum didelta*, *Closterium striolatum*, *Closterium cynthia*, *Tetmemorus granulatus*, von Protococcalen *Pediastrum Boryanum* und mehrere *Scenedesmus*-Arten erwähnt. Am resistertesten scheinen wohl *Netrium digitus* und *Euastrum didelta* zu sein, die aus über 3 Wochen eingefrorenen Sphagnumpflanzen in Kultur gebracht bald darauf zur Teilung schritten. Dass die Algen unter diesen ungünstigen Verhältnissen ihren Stoffwechsel unterhalten, zeigen Beobachtungen WOLFFS (1948) an den Pyrenoiden von *Spirogyra* und *Pleurotaenium*. Es zeigte sich, dass Pyrenoide im Herbst mit dicken Stärkeringen versehen waren,

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Petritium digitus</i>												
<i>Staurastrum didelta</i>												
<i>Closterium striolatum</i>												
<i>Petmemorus granulatus</i>												
<i>Pediastrum Boryanum</i>												
<i>Pleurotaenium Trabecula</i>												
<i>Closterium cynthia</i>												
<i>Cesmidium Swartzii</i>												
<i>Cosmarium venustum</i>												
<i>Microasterias Thomasiana</i>												
<i>Microasterias papillifera</i>												
<i>Microasterias denticulata</i>												
<i>Cosmarium quadratum</i>												
<i>Cosmar. margaritifera</i>												
<i>Microasterias truncata</i>												
<i>Cosmarium pyramidatum</i>												
<i>Cosmarium speciosum</i>												
<i>Tremosphaera viridis</i>												
<i>Orthodesmus convergens</i>												
<i>Canthidium antilopaeum</i>												
<i>Closterium lunula</i>												
<i>Staurastrum subavicula</i>												
<i>Staurastrum gladiosum</i>												
<i>Tabellaria flocculosa</i>												
<i>Pinnularia gibba</i>												
<i>Pinnularia viridis</i>												
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>												
<i>Trachelomonas caudata</i>												
<i>Trachelomonas hispida</i>												
<i>Cryptomonas erosa</i>												

Abb. 8
Periodizität einiger Algen

während sie im Laufe des Winters immer dünner wurden, bis sie im Frühling völlig verschwunden waren. Die gleichen Erscheinungen konnte ich bei *Netrium digitus* und *Closterium striolatum* beobachten.

Ebenso das ganze Jahr hindurch, jedoch mit einem deutlichen Frühjahrs- und Herbstmaximum trifft man einige Kieselalgen, wie *Tabellaria flocculosa*, *Pinnularia gibba*, *Pinnularia viridis*, *Stauroneis phoenicenteron* und andere. Im allgemeinen fällt ihre Hauptentwicklung in die kühleren Jahreszeiten.

Die meisten Blaualgen haben ihre Hauptentwicklung im Sommer, doch gibt es unter ihnen auch Kälteformen, wie *Chroococcus turgidus*.

Flagellaten, wie *Trachelomonas caudata*, *Tr. hispida* und *Cryptomonas erosa* haben nach meinen Beobachtungen ihre Blütezeit in den warmen Sommermonaten Juli-August, während *Gymnodinium tenue* besonders im Winter eine starke Entfaltung zeigt. Mehr oder weniger perennierend sind *Trachelomonas granulosa*, *Tr. lacustris* und *Peridinium cinctum*. Die Tatsache, dass gewisse Algen zu bestimmten Zeiten eine Massenentfaltung aufweisen, ist allgemein bekannt, doch sind die Ursachen einer solchen Erscheinung noch nicht abgeklärt. MESSIKOMMER (1945) meint, es handle sich um ein Zusammentreffen einer ganzen Anzahl von Gunstfaktoren, die dann die explosivartige Hochproduktion hervorrufen. Unter Umständen würden auch Konkurrenzverhältnisse mitspielen.

Da es sich bei solchen Massenentfaltungen fast durchwegs um das Überhandnehmen einer einzigen Art handelt, spielt meines Erachtens gerade die Konkurrenz eine Hauptrolle. Ich möchte dafür folgendes Beispiel anführen: am Nordufer der Hirschlacke findet sich eine kleine, etwa 10 cm tiefe Schlenke, die nur bei Hochwasserstand mit der Lacke in Verbindung steht. Gegen den Herbst zu trocknet sie regelmässig aus. Die Lebensbedingungen in einer solchen Wasseransammlung sind gekennzeichnet durch extreme Temperaturschwankungen, intensive Zersetzungs Vorgänge, starke Sauerstoffzehrung und Bildung von Kohlensäure, was eine Einengung der sie belebenden Kleinlebewelt zur Folge hat. Diese verhältnisse haben sicherlich selektiven Einfluss auf die Arten und Zahlen der Kleinlebewelt.

Algenproben aus dieser Schlenke vom:

Anzahl der Formen:

	2. VII. 1947	29. IX. 1947
Cyanophyceae:	2	—
Flagellatae:	5	1
Diatomeae:	26	4
Zygnemales:	2	—
Desmidiales:	40	4
Chlorophyceae:	5	2

Wie erwähnt, handelt es sich stets um die Hochproduktion einer einzigen Art. So war es in Sommer 1947 *Closterium striolatum*, 1948 *Desmidium Swartzii*, 1949 *Tetmemorus granulatus*. Die einzelnen Individuen waren von einer mächtigen Gallerthülle umgeben, die wohl eine Schutz Einrichtung gegen Austrocknung darstellen dürfte. In einem Kubikzentimeter zählte ich 463 Individuen. Das Verhältnis der dominierenden Form zu den übrigen ist 1 : 95.

Liste der in der Hirschlacke und im Schwarzsee bei Nauders gesammelten Algen.

	Hirschlacke	Schwarzsee
Cyanophyceae:		
<i>Aphanothece Castagnei</i> Rabh.	—	rr
<i>Chroococcus giganteus</i> W. West.	—	rrr
„ <i>limneticus</i> Lemm.	rr	rrr
„ <i>turgidus</i> (Ktz.) Näg.	c	r
<i>Gloeocapsa conglomerata</i> Kütz.	—	rr
<i>Nostoc paludosum</i> Kütz.	—	rrr
<i>Scytonema coactile</i> Montz.	—	c
<i>Oscillatoria tenuis</i> Agh.	rr	rrr
<i>Lyngbya</i> sp.	rrr	—
<i>Hapalosiphon fontinalis</i> Born.	r	—
Flagellatae:		
<i>Euglena</i> sn.	rrr	—
„ sp.	rr	—
„ <i>spirogyra</i> Ehrbg.	rrr	—
<i>Trachelomonas abrupta</i> Swir. var.		
„ <i>minor</i>	rr	—
„ <i>granulosa</i> Play	r	rrr
„ <i>lacustris</i> Drezep.	r	—
„ <i>volvocina</i> Ehrbg.	rr	rr
„ <i>volvocina</i> var.		
„ <i>compressa</i> Drez.	rr	—
<i>Peridinium cinctum</i> (Muell.) Ehrbg.	rrr	r
„ <i>umbonatum</i> Stein var.		

<i>inaequale</i>	rr	rrr
<i>Gloeodinium montnanum</i> Rebs,	rrr	rrr
<i>Gymnodinium neglectum</i> (Schill.)		
Lindem.	rrr	—

Diatomeae:

<i>Fragillaria construens</i> Grun.	c	rr
„ <i>pinnata</i> Ehrbg.	c	rr
<i>Melosira distans</i> (Ehrbg.) Kütz	c	rrr
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heiberg	r	—
<i>Ceratoneis arcus</i> Kütz.	rr	c
<i>Tabellaria floclulosa</i> Kütz.	cc	cc
„ <i>fenestrata</i> (Lyngb.)		
Kütz.	—	r-c
<i>Eunotia lunaris</i> (Ehrbg) Grun.	rrr	rr
„ <i>gracilis</i> (Ehrbg) Roth	rr	c
„ <i>polyglyphis</i> Grun.	rrr	r
„ <i>robusta</i> var. <i>teraedon</i>		
Ralfs	rr	r
„ <i>sudetica</i> O. Müller	rr	rrr
<i>Achnanthes lanceolata</i> Breb.	rr	—
<i>Frustulia rhomboides</i> De Toni		
var. <i>saxonica</i> (Rabh.) De Toni	r	rrr
<i>Neidium affine</i> (Ehrbg.) Cleve		
<i>forma hercynica</i>		
(A. Mayer) Hüsted	r	r
„ <i>iridis</i> (Ehrbg.) Cleve	rr	rr
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrbg.	c	cc
„ <i>phoenicenteron</i> Ehrbg.	r-c	c
„ <i>montana</i> Krasske	—	c
<i>Synedra capitata</i> Ehrbg.	—	r-c
„ <i>ulna</i> (Nitsch) Ehrbg.	—	cc
<i>Navicula capitata</i> Ehrb.	—	c
„ <i>radiosa</i> (Nitsch) Ehrb.	—	cc
„ <i>subtilissima</i> Cleve	rrr	r
„ sp.	rrr	—
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrbg.	rr	c
„ <i>brevicostata</i> Cleve	r	c
„ <i>cryptocephala</i> Kütz.	rrr	rrr
„ <i>gentilis</i> (Donkin) Cl.	rrr	r
„ <i>gibba</i> Ehrb.	c	cc
„ <i>microstauron</i> (Ehrb.) Cl.	c	r-c
var. <i>ambigua</i> Meist.	r	r-c

	var. <i>Brebissonii</i> Hust.	rr	—
	var. <i>perrostrata</i> Messik.	rrr	—
„	<i>major</i> Kütz.	—	r
„	<i>nobilis</i> Ehrbg.	—	c
„	<i>rhynchocephala</i> Hust.	rr	r
„	<i>subcapitata</i> Greg.	r	r-c
„	var. <i>Hilseana</i> O. Müller	rrr	—
	var. <i>paucistriata</i> Grun.	rrr	—
„	<i>viridis</i> Ehrbh.	c	cc
	var. <i>sudetica</i> Hust.	—	cc
<i>Cymbella</i>	<i>Cesati</i> (Rabh.) Grun.	rrr	r
„	<i>gracilis</i> (Rabg.) Cleve	r	r
„	<i>ventricosa</i> Kütz.	—	cc
<i>Gomphonema</i>	<i>gracile</i> Ehrbg.	rrr	r
<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i> (Ehrbg.)		
	Grun.	rrr	rr
	<i>forma capitata</i> O. Müller	rr	rrr
<i>Nitzschia</i>	<i>sigmoides</i> (Ehrbg.) Smith	—	r-c
„	<i>spectabilis</i> (Ehrb.) Ralfs	—	rr
„	<i>Suchlandti</i> Hust.	r-c	rrr

Conjugatae:

<i>Mougeotia</i>	sp.	cc	r
<i>Spirogyra</i>	sp.	cc	r-c
<i>Zygogonium</i>	<i>ericetorum</i> Kütz.	rr	—
<i>Cylindrocystis</i>	<i>Brebissonii</i> Menegh	rr	—
<i>Netrium</i>	<i>digitus</i> (Ehrb.) Itzigs.		
	et Rothe	c	rr
„	<i>oblongum</i> (De Bary)		
	Lütkem.	r	—
„	<i>interruptum</i> (Bréb.) Lütck.	r-c	—
<i>Penium</i>	<i>exiguum</i> W. West	rrr	—
<i>Penium</i>	<i>silvae nigrae</i> Rabanus		
	var. <i>parallelum</i> Krieg.	rrr	—
„	<i>rufescens</i> Cl.	rr	—
„	<i>polymorphum</i> Perty	rrr	—
<i>Closterium</i>	<i>costatum</i> Corda	rr	rrr
„	<i>cynthia</i> De Not.	r	—
„	<i>intermedium</i> Ralfs	rr	—
„	<i>lunula</i> (Müll.) Nitzsch.	rrr	—
„	<i>Navicula</i> (Bréb.) Lütck.	rr	rrr
„	<i>striolatum</i> Ehrbg.	ccc	r
„	<i>venus</i> Kütz.	rrr	—

<i>Tetmemorus granulatus</i> Ralfs	r-c	—
„ <i>Brebissonii</i> (Menegh.) Ralfs	r-c	rrr
„ <i>laevis</i> (Kütz.) Ralfs	rrr	—
<i>Pleurotaenium minutum</i> (Ralfs)		
Delp. var. <i>latum</i>		
Krieg.	rrr	—
„ <i>trabecula</i> (Ehrbg.)		
Näg.	rrr	—
<i>Euastrum ansatum</i> Ehrbg. var.		
<i>dideltiforme</i> Ducell.	r	—
„ <i>didelta</i> Ralfs	c	rr
„ <i>binale</i> (Turp) Ehrbg.		
var. <i>Gutwinskii</i>		
Schmidle	rr	rrr
„ <i>bidentatum</i> Næg.	r	—
„ <i>denticulatum</i> (Kirchn.)		
Gay var. <i>angusticeps</i>		
Grönbl.	rr	—
„ <i>humerosum</i> Ralfs	r-c	—
„ <i>oblongum</i> Ralfs	r	rrr
<i>Micrasterias papillifera</i> Bréb.	r	—
„ <i>denticulata</i> Bréb.	rr	—
„ <i>Thomasania</i> Arch.	rrr	—
„ <i>truncata</i> (Corda) Bréb.	rr	rrr
<i>Cosmarium connatum</i> Bréb.	rrr	—
„ <i>abbreviatum</i> Racib.	rrrr	—
„ <i>Cucumis</i> (Corda) Ralfs	r	rr
„ <i>Cucurbita</i> Bréb.	rr	—
„ <i>De Baryi</i> Arch	rrr	—
„ <i>geometricum</i> West		
& G. S., West	rrr	rrr
„ <i>humile</i> var.		
„ <i>humile</i> var.		
<i>substriatum</i> Nordst.	rrrr	—
„ <i>laeve</i> Rabh. var.		
<i>septemtrionale</i> Wille	—	rrr
„ <i>margaritiferum</i> Menegh.	rrr	rrr
„ <i>minimum</i> G. S. West		
var. <i>rotundatum</i>		
Messik.	—	rrr
„ <i>ochthodes</i> Nordst.	rrr	rrr
„ <i>pseudoretusum</i>	rrr	—
„ <i>pyramidatum</i> Bréb.	rrr	—

„	<i>punctulatum</i> Bréb.	—	rrr
„	<i>quadratum</i> Ralfs	rrr	—
„	<i>Regnellii</i> Wille var. <i>pseudoregnellii</i> (Mess.) Krieger	rrr	—
„	<i>retusum</i> Perty	rr	—
„	<i>speciosum</i> Lund.	rr	—
„	<i>undulatum</i> Corda	—	rrr
„	<i>variolatum</i> Lund.	rrr	—
„	<i>venustum</i> Bréb. var. <i>excavatum</i> (Eichl. et Gutw.) <i>forma du-</i> <i>plo-major</i> Gutw.	rrr	—
„	<i>vogesiaceum</i> Lemaire	rr	rrr
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Breb.) Ktz.			
	<i>Arthrodesmus convergens</i> Ehrbg.	cc	r
	<i>Incus</i> (Breb.) Hass	cc	r
„	<i>octocornis</i> Ehrbg.	rrr	—
„	<i>triangularis</i> Lagerheim	rr	—
<i>Staurostrum apiculatum</i> Breb.			
„	<i>controversum</i> Breb.	rrr	—
„	<i>dilatatum</i> Ehrbg.	—	rrr
„	<i>gladiosum</i> Turn. <i>forma ornata</i> Lap.	rr	rrr
„	<i>gracile</i> Ralfs var. <i>subtenuissimum</i> Woronich.	rrr	—
„	<i>hirsutum</i> (Ehrbg.) Bréb.	rrr	rrr
„	<i>orbiculare</i> Ralfs	rrr	rrr
„	<i>ornatum</i> Turn. var. <i>asperum</i> Schmidle	r-c	—
„	<i>pseudotracerum</i> (Nordst.) West	r	—
„	<i>senarium</i> (Ehrbg.) Ralfs	—	rr
<i>Staurostrum sexcostatum</i> Bréb.			
„	<i>spongiosum</i> Bréb. var. <i>perbifidum</i> W. West	rrr	—
„	<i>subavicula</i> W. & W. S. West var.		

<i>Silvae nigrae</i>		
Grönbl.	rrr	rrr
„ <i>subavicula</i> var.		
<i>tyrolense</i> Schmidle	rrr	—
„ <i>Suchlandtianum</i>		
Messik.	rrr	—
<i>Sponaylosum pulchellum</i> Arch.	rrr	—
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Breb.	rrr	—
<i>Gymnocyga moniliforme</i> Ehr.	rrr	—
<i>Desmidium Swartzii</i> Agh.	ccc	rr

Chlorophyceae

<i>Pediastrum Boryanum</i> (Turp)		
Menegh.	rr	rrr
„ <i>Tetras</i> (Ehrbg) Ralfs	rrr	—
<i>Botryosphaeria sudetica</i> (Lemm.)		
Chod.	rrr	—
<i>Eremosphaera viridis</i> De Bary	r-c	rrr
<i>Scenedesmus parisiensis</i> Chodat	r	—
„ <i>serratus</i> Corda	rr	—
„ <i>quadricauda</i> (Turp.)		
Bréb.	r	r
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda)		
Ralfs	rrr	rrr
<i>Selenastrum minutum</i> (Näg.)		
Collins	rrr	—
<i>Oedogonium</i> sp.	r	—
<i>Bulbochaete</i> sp.	r	rr

Heterocontae:

<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	rrr	—
„ sp.	—	rrr

Die Zusammensetzung der Algenflora und den Anteil der einzelnen Algengruppen zeigt folgende Liste:

A) Hirschlacke:

	Anzahl	%
Cyanophyceae	5	9,37
Flagellatae	12	8,57
Diatomeae	41	29,28
Zygnemales	3	2,15
Desmidiales	69	49,28
Chlorophyceae	9	6,43
Heterocontae	1	0,72
Zusammen	140	100 %

B) Schwarzsee:

Cyanophyceae	9	9,37
Flagellata	4	4,22
Diatomeae	46	48,43
Zygnemales	2	2,20
Desmidiales	28	29,46
Chlorophyceae	5	5,27
Heterocontae	1	1,05
Zusammen	95	100 %

Die radikante Vegetation.

Die Pflanzenbestände der Ufer setzen sich hauptsächlich aus *Cyperaceen* und *Juncaceen* zusammen. An dem etwas schattigeren Südufer findet man einen schmalen Streifen von Bryophyten, wie *Pellia Neesiana*, *Scapania undulata*, *Mniobryum carneum*, und *Pleurozium Schreberi*. Eigentliche Hydrophyten fehlen. An Helophyten trifft man am Nordufer: *Eleocharis palustris*, *Carex fusca* (*Goodenowii*), *Juncus effusus*, *Montia rivularis*, *Caltha palustris*, *Ranunculus montanus*, und *Veronica scutellata*. Eine Übergangszone mit *Carex canescens* und *Carex leporina* leitet zu einem *Nardetum* über.

Zusammenfassung:

Die Algenflora der Hirschlacke ist relativ reich und kann als Musterbeispiel für weiches Seichtwasser in subalpiner Lage aufgefasst werden. Das Vorherrschen der Desmidiaceen, die durch charakteristische Vertreter gekennzeichnet sind, entspricht ganz der Natur des Standortes: Kleingewässer, hohe Temperaturamplituden, relativ günstige Belichtungsverhältnisse, Nährstoffarmut und mittelsaure Reaktion.

Bemerkenswert ist, dass die Desmidiaceen gegenüber dem mitteleuropäischen Durchschnitt fast um das Doppelte überrepräsentiert sind (Mitteilung von Dr. MESSIKOMMER).

Die Gattungsbeteiligung innerhalb der Desmidiales bietet folgendes Bild:

	Anzahl	%
<i>Penium</i>	5	7,25
<i>Netrium</i>	3	4,35
<i>Closterium</i>	6	8,69
<i>Pleurotaenium</i>	2	2,89
<i>Tetmemorus</i>	3	4,35
<i>Euastrum</i>	7	10,15
<i>Micrasterias</i>	4	5,79
<i>Cosmarium</i>	17	24,64
<i>Xanthidium</i>	1	1,46
<i>Arthrodesmus</i>	4	5,79
<i>Staurastrum</i>	13	18,85
<i>Fädige Desmidiaceen</i>	4	5,79
Zusammen	69	100 %

Innerhalb der Desmidiaceen sind es wiederum die Gattungen, die zahlreiche Weichwasserformen enthalten, die 90% uell zu stark vertreten sind, wie *Penium*, *Tetmemorus*, *Closterium*, *Euastrum*, *Micrasterias*, *Staurastrum*, sowie die fädigen *Desmidiaceen*, während *Cosmarium* stark unterrepräsentiert ist.

Bei den Kieselalgen dominieren Weichwasserformen, wozu dann noch einige eurytope Kosmopoliten hinzukommen. Indikatoren für die saure Reaktion des Wassers sind vor allem die *Eunotia* und *Pinnularia*-Formen, die zusammen fast 50% der Diatomeen ausmachen.



BESCHREIBUNG NEUER UND SELTENER FORMEN

Chlamydonas nov. spec.

Zelllänge 12—16 μ , Breite 6—10 μ , oval bis verkehrt eiförmig, meist zu Kolonien vereinigt, mit deutlich geschichteter Gallertmembran. Chromatophor wandständig aus kleinen Teilstücken zusammengesetzt, mit einem axialem Pyrenoid. Steht *Chlamydomonas Gloeopara* Skuja nahe, unterscheidet sich jedoch durch die Grösse der Zellen und die Lage des Pyrenoids gehört in die Untergattung *Chlamydella* Sekt. *Monopleura*. Die Art fand sich in *Sphagnum recurvum*-Rasen.

Selenastrum minutum (Näg.) Collins

Zellen stark sichelförmig bis wurstförmig gebogen bis leicht spiralig gedreht, Enden stumpf und ungleich. Wurde von W. Vischer in Kultur genommen. (Basler Sammlung Nr. 531) An einer zwei Wochen alten Kultur auf Agar mit Knop 1/3 kommt mit Jod keine Stärke und kein Pyrenoid festgestellt werden. Länge 6—8 μ , Breite 2—3 μ , Hirschlacke sehr selten.

Cosmarium Cucumis (Corda) Ralfs. var. *magnum* Racib.

Zellen zylindrisch mit abgerundeten Enden, meist doppelt so lang als breit, Membran dick, mit relativ dichter Punktierung. Form sehr variabel, besonders in Bezug auf Grösse und Punktierung. Lg. 56, 8—60 μ , Br. 29,5 μ , Isthm. 25,8 μ . Auf Carexblättern indēn sich stark erwärmenden Schlenken.

Cosmarium variolatum Lund. var. *rotundatum* Messik.

Weicht vom Typus durch Zellgrösse und durch die pyramidenförmige Abrundung der Halbzellen ab. Zellmembran stark punktiert. Rezent bisher nur vom Grünsee westlich von Davos bekannt; fossil aus Gytja des Viller-Moores bei Innsbruck und interstadialen Ablagerungen von Lunz bekannt. (Messikommer 1938). Lg. 58,8 μ , Br. 38,4 μ , Isthm. 11,6 μ . Sehr selten.

Cosmarium pyramidatum Bréb.

Zellhälften mehr oder weniger pyramidenförmig, untere Ecken abgerundet, Seiten leicht konvex, Membran fein punktiert. Chromatophor mit je zwei Pyrenoiden. Lg. 74—81 μ , Br. 45—46 μ , Isthm. 17 μ . Sphagnophil. *Cosmarium quadratum* Ralfs.

Die Form zeichnet sich durch besondere Grösse aus und steht der abgebildeten bei Messikommer (1945) nahe. Zellen zylindrisch fast doppelt so lang als breit, an den Enden leicht abgeflacht, Membran fein punktiert, in jeder Halbzelle zwei gelappte nach den Enden zu gegabelte Chromatophoren und mehrere Pyrenoide. Lg. 72—74 μ , Br. 35—37 μ , Isthm. 26—27 μ , Selten.

Cosmarium connatum Bréb.

Zellen in der Mitte leicht eingeschnürt, etwas länger als breit, an der Basis etwas abgeflacht. Membran mit grober und dazwischen feinerer Punktierung, in jeder Halbzelle zwei plattenförmige Chromatophoren und 1—3 Pyrenoiden. Lg. 60—70 μ , Br. 50—55 μ , Isthm. 40—46 μ . Besonders auf Sphagnum.

Cosmarium De Baryi Arch.

Zellen ungefähr doppelt so lang als breit, Mitteleinschnürung sehr seicht, nach aussen erweitert. Chromatophoren mehr oder weniger streifenförmig

Zellwand fein punktiert. Lg. 95—110 μ , Br. 40—51 μ , Isthm. 32—34 μ .
Ziemlich häufig im Litoral auf Eleocharis-Blättern.

Cosmarium venustum (Bréb.) Arch. var. *excavata* (Eickl. et Gutw.) forma *duplomajor* Gutw.

Zellen etwas länger als breit, untere Zellecken stark abgerundet, am Scheitel eingekerbt, mit relativ dicker fein grunlierter Membran und einem oder zwei gelappten Chromatophoren und ein bis zwei Pyrenoiden Lg. 42,2 μ , Br. 30,2 μ , Isthm. 6,5. Besonders auf Sphagnum an den Quellaustritten.

Cosmarium retusum Perty var. *alpinum* Schmidle.

Kleines Cosmarium, doppelt so lang als breit, Halbzellen am oberen Ende abgeflacht oder leicht ausgebuchtet. Sinus schmal, nach innen sich leicht erweiternd. Membran zart, fein punktiert. In jeder Halbzelle ein Chromatophor mit einem Pyrenoid. Lg. 25,8 μ , Br. 23,2 μ , Isthm. 5,3 μ . Selten auf Sphagnum.

Cosmarium laeve Rabenh.

Kleines Cosmarium, eineinhalb mal so lang als breit, Halbzellen an den Enden leicht eingebuchtet. Membran fein punktiert, Chromatophor leicht gelappt mit je einem Pyrenoid. Lg. 17—18 μ , Br. 10—11 μ , Isthm. 1,5—2 μ . Besonders häufig auf Carexblättern am beschatteten Südufer.

Cosmarium ochthodes Nordst. Tafel I, Fig. 13.

Lg. 72—74 μ , Breite 60,6—62,3 μ , Isthm. 10 μ . Halbzelle pyramidenförmig. Seiten konkav mit 20—22 Granulae, Scheitel leicht eingebuchtet, mit wenig hervortretenden Höckern. Chromatophor lappig im Querschnitt sternförmig. Pyrenoide 2—4 in jeder Halbzelle. Sehr selten, auf Sphagnum, Hauptentwicklung im Spätherbst.

Cosmarium vogesiacum Zemaire

Lg. 22,4—24,3 μ , Br. 20,2 μ , Isthm. 5—6 μ . Auf Sphagnum.

Cosmarium Regnellii Wille

Scheitel breit und abgeflacht, mit stark vorspringenden Seitenecken, Mitteleinschnitt tief und gerade. Chromatophor zentral mit je zwei Pyrenoiden. Länge 10—11 μ , Breite 8,5 μ , Isthmus 3 μ . Ziemlich selten auf abgestorbenen Carex- und Eriophorum Blättern.

Cosmarium margaritiferum Menegh.

Halbzellen elliptisch bis trapezförmig, Scheitel gebogen. Seiten konvex basale Enden ziemlich breit abgerundet. Mitteleinschnitt tief und gerade. Chromatophor mit je zwei Pyrenoiden. Die Art bevorzugt im allgemeinen schattige gut durchlüftete Standorte. Lg. 83—94 μ , Br. 66—74 μ , Isthm. 24—28 μ .

Cosmarium speciosum Lund.

Mittelgroßes Cosmarium 53—55 μ lang, 23—25 μ breit. Scheitel konvex, Halbzellen mit 16—20 Graneln. Mitteleinschnürung gerade und wenig tief. Chromatophor axial mit einem Pyrenoid. Ziemlich selten in Sphagnumbüten.

Xanthidium antilopaeum (Bréb.) Kütz.

Halbzellen sechseckig, Ecken abgerundet mit je zwei ziemlich langen, gebogenen Stacheln. Membran fein punktiert. Chromatophor einfach mit je zwei Pyrenoiden. Lg. 50—65 μ , Br. ohne Stacheln 48—55 μ , Isthm. 16—21 μ . Sehr häufig und meist mit *Arthrodesmus* vergesellschaftet.

Arthrodesmus octocornis Ehrhb.

Zellen fünfeckig, mit tiefer Einschnürung und breitem Sinus. Seiten und Scheitel konkav, Ecken abgerundet mit je einem Stachel. In jeder Zellhälfte ein Pyrenoid. Lg. 18—23 μ , Br. 14.16 μ , Stacheln 4—6. Sehr selten auf *Sphagnum* in der Nähe von Quellaustritten.

Staurastrum apiculatum West. Tafel I. Fig. 18.

Halbzellen nusschalenförmig, Scheitel gerade bis leicht konvex, doch bei allen von mir beobachteten Exemplaren stärker konvex, als beim Typus. Ebenso mit kleinerem und spitzeren Mittelstachel. Lg. 34, 6 μ , Br. 30,2 μ , Isthm. 4—4,5 μ . Ziemlich selten, nur in der warmen Jahreszeit.

Staurastrum controversum Bréb.

Isthmus nach aussen erweitert, Zellen stark eingeschnürt, Halbzellen im Umriss spindelförmig bis elliptisch, Scheitel stark gekrümmt, an den Enden mit herabgebogenen Fortsätzen Scheitelansicht fast viereckig, mit nach einer Seite verlaufenden nach innen zu gebogenen Fortsätzen. Gegen die Mitte der Halbzelle zu meist noch einige Reihen von Stacheln. Lg. 44 μ , Br. 44—45 μ , Isthm. 11—12 μ . Nur einmal in einer Schlenke des Nordufers der Hirschlacke gefunden.

Staurastrum gladiusum Turn. forma *ornata* Laporte.

Zellen 38—41 μ lang, 38—40 μ breit, Isthmus 11 μ . Mit 8—11 langen über die ganze Zelle in der Mitte etwas gehäuftten Stacheln. Die Form ist sehr variabel. Ich halte es für unzweckmässig eine forma *ornata* aufrecht zu erhalten. Sehr selten in den obersten Partien von *Sphagnum*rasen.

Staurastrum orbiculare Ralfs.

Zellen rundlich, am Scheitel leicht abgeflacht. Einschnürung tief linear, innen leicht erweitert. Scheitelansicht dreieckig, Seiten leicht konkav, Ecken breit abgerundet. Zellwand fein punktiert. Lg. 54 μ , Br. 48 μ , Isthm. 13 μ . Sehr selten auf inundierten Wollgrasblättern am Eintritt.

Staurastrum hirsutum Bréb.

Halbzellen trapezförmig, Einschnitt weit und etwas gebogen, nach aussen etwas erweitert. Scheitelansicht dreieckig. Seiten leicht einzogen an den Enden schwach abgerundet. Stacheln mehr oder weniger ungleichmässig verteilt. Lg. 30—37 μ , Br. 28—36 μ , Isthm. 11—12 μ . Nicht sehr häufig bes. Sommer.

Staurastrum ornatum Turn. var. *asperum* Schmidle.

Lg. 26,5—28,2 μ , Br. 25,9—27,8 μ , Isthm. 4,5—4,7 μ .

Staurastrum subavicula W. & C. S. West var. *tyrolense* Schmidle.

Auch diese Form ist sehr variabel. Halbzellen elliptisch mit je vier vorspringenden an den Enden gegabelten Stacheln. Scheitelansicht quadratisch

in der Mitte eingebogen. Lg. 26—29,3 μ , Br. 25—27,5 μ . Ziemlich häufig im Litoral und an den Quellen.

Euatsrum bidentatum Naegeli

Halbzellen trapezförmig, Sinus eng, fast geschlossen. Einschnitt zwischen polarem und Seitenlappen stumpfwinkelig, Enden etwas erweitert und kurz bestachelt. Chromatophor mit ein bis zwei Pyrenoiden. Lg. 50, 5 μ , Br. 34,5 μ , Isthm. 8,5 μ . Ziemlich selten auf Sphagnum.

Euatsrum denticulatum (Kirchn.) Gay var. *angusticeps* Grönbil.

Scheitel schmal und kaum erweitert, Apikaleinschnitt nach aussen weiter werdend, nach innen fast spitz zulaufend. Länge 20—24 μ , Br. 16 μ , Isthmus 12—13 μ . Sphagnophil und nicht selten.

Euatsrum binale (Turp.) Ehrbg. var. *Gutwinskii* Schmidle.

Durchschnittlich grösser als der Typus, Halbzellen an der Basis schwach dreilappig, unten abgerundet, mit flachem Einschnitt in der Mitte. Scheitelansicht elliptisch, mit meist deutlicher Mittelanschwellung. Chromatophor gegen die Enden der Zelle zu zweilappig mit einem zentralen Pyrenoid Länge 16—28 μ , Br. 13—20 μ , Isthmus 3—7 μ . Selten sphagnophil.

Micrasterias truncata Bréb.

Zellen so lang wie breit, Sinus schmal, am Ende etwas erweitert. Halbzellen meist 3 selten 5 lappig, Scheitel des Mittellappens mehr oder weniger konvex, Enden meist abgestumpft, Polarlappen breit und etwas zugespitzt. Chromatophoren mehr oder weniger gelappt mit 4—6 Pyrenoiden. Lg. 85—120 μ , Br. 86—118 μ . Besonders häufig in Sphagnumbüten.

Cosmarium Cucurbita Bréb.

Zellen zylindrisch bis elliptisch mit mehr oder weniger abgerundeten Enden, in der Mitte leicht eingeschnürt, Membran meist zerstreut punktiert. Chromatophor zentral, leicht gelappt mit je einem Pyrenoid. Formen aus austrocknenden Sphagnum zeigen einen gelbgrünen in Teilstücke vom Zentrum aus aufgelösten Chromatophor. (Steinecke, Kümmerformen aus Hochmooren.) Lg. 40—45 μ , Br. 22—24 μ , Isthmus 16—17 μ .

Tetmemorus Brebisonii Ralfs var. *minor* De Bary.

Zellen zylindrisch, ungefähr 4 mal so lang als breit. Am abgerundeten Ende eine schmale Einschnürung, Seiten gegen die Basis leicht eingezogen doch nur wenig verschmälert. Chromatophoren am Rande gegabelt mit 4—8 zentralen Pyrenoiden. Ziemlich selten, nur im Sommer 1948 nahm sie an der Mündung des Quellbächleins überhand.

Penium Silvae-nigrae Rabanus

Zellen gegen die Enden zu schmaler werdend und mehr oder weniger breit abgerundet, mit gut ausgebildetem Isthmus. Deutlich längsgestreift. Lg. 45—48 μ , Br. 20—26,5 μ . Besonders auf Sphagnum.

Closterium navicula (Bréb.) Lütkenmüller

Zellen spindelförmig, Chromatophoren mit 6 Längsrippen und ein bis zwei Pyrenoiden. Lg. 54—65 μ , Br. 8—11 μ . Vereinzelt auf Sphagnum.

Closterium striolatum Ehrbg.

Zellen leicht gekrümmt, doch in diesem Merkmal sehr variabel, mit deutlichen Gürtelbändern. Enden breiter abgestutzt, Membran gegen den Herbst zu bräunlich. Länge bis 300 μ Breite 30—34 μ . Das ganze Jahr hindurch sehr häufig, Konglomeratbildung nicht selten. Massenentfaltung im Sommer 1948 an den abgeschlossenen Tümpeln des Nordufers. Meist mit einer gemeinsamen Gallerthülle umgeben.

Closterium costatum Corda.

Zellen wenig gebogen, an den Enden allmählich verschmälert und scharfkantig abgestutzt, Membran dunkelgelb bis bräunlich mit 5—6 starken Rippen über der Zellmitte. Chromatophoren mit 10—12 Längslamellen und 8—10 Pyrenoiden in einer Reihe. Länge 280—340 μ , Breite 32—38 μ . Ziemlich selten auf Sphagnum.

Pleurotaenium minutum (Ralfs) Delp. var. *latum* Kaiser.

Zellen etwas breiter als beim Typus, über dem Isthmus leicht angeschwollen. Chromatophoren plattenförmig unregelmässig mit 2—4 zentralen Pyrenoiden. Lg. 220 μ , Breite 26 μ . Nicht sehr häufig in den kleinen Schlenken am Westufer der Hirschlacke.

Tetmemorus granulatus (Bréb.) Ralfs.

Zellen spindelförmig, mit einem schmalen Einschnitt am abgerundeten Scheitel. Membran über dem Isthmus leicht punktiert. Länge 180 μ , Br. 38 μ , Isthmus 54 μ . Sehr häufig am seichten Nordufer zwischen *Eleocharis*. Im Sommer 1949 Konglomerate bildend.

Cymbella Cesatii (Rabh.) Grun.

Lg. 44—56 μ , Br. 5,9—6,3 μ .

Stauroneis anceps Ehr.

Lg. 36—126 μ , Br. 6—16,9 μ .

LITERATURVERZEICHNIS

- ALLORGE, P. - 1925 - Sur quelques groupements aquatiques et hygrophiles des Alpes du Briançonnais.-Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel, Zürich III (Festschrift C. Schröter).
- AL M, G. - 1926 - Notizen über Uferwassertemperaturen der Seen im Frühling.-Archiv f. Hydrobiologie XVII Hft. 3.
- ALSTERBERG, G. - 1924 - Die Nahrungszirkulation einiger Binnenseetypen. Arch. f. Hydrobiol. XV.
- BACHMANN, H. - 1924 - Das Phytoplankton der Schweizerseen. - Verh. Schweiz. Naturf. Gesellschaft. Luzern.
- BALDI, E. - 1947 - Caratteristiche delle Pozze delle Viotte.-Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, Milano, III.
- BECK, L. - 1945 - Hydrobiologische Studien an einem alpinen Tümpel.-Diss. Zoolog. Inst. Innsbruck.
- BEHRE, K. u. WEHRLE, E. - 1942 - Welche Faktoren entscheiden über die Zusammensetzung von Algengesellschaften?-Arch. f. Hydrobiol. XXXIX.

- BEIJERINCK, W. - 1927 - Over Verspreiding en Periodiciteit van de Zoetwaterwieren in Drentsche heideplassen. — Diss. Utrecht.
- BORGE, O. - 1930 - Beiträge zur Algenflora von Schweden IV. Arkiv — f. Botanik XXIII.
- BREHM, V. u. RUTTNER, F. - 1926 - Die Biozönosen der Lunzer Seen und Gewässer. — Intern. Revue d. ges. Hydrogr. XVI.
- CERNY, A. - 1948 - Zur Dynamik der Seichtgewässer. Zeitschrift. f. Hydrologie V 1-2, Aarau.
- CHODAT, R. - 1913 - Monographies d'algues en culture pure. — Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse IV.
- - 1926 - Scenedesmus. — Zeitschrift f. Hydrologie III.
- COSANDEY, F. - 1934 - Contribution à la connaissance des Desmidiacées des environs de Saint-Croix. — Diss. Lausanne.
- DONAT, A. - 1926 - Zur Kenntnis der Desmidiaceen des Norddeutschen Flachlandes. — Jena (G. Fischer).
- DUCELLIER, F. - 1914 - Catalogue des Desmidiacées de la Suisse. — Genève
- - 1916 u. 1918 - Contribution à l'étude de la Flore Desmidiologique de la Suisse. — Genève.
- FINDENEGG, I. - 1947 - Über die Lichtansprüche planktischer Süßwasser-algen. — Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. in Wien, Abt. I, 155.
- FORELL, F. A. - 1901 - Handbuch der Seenkunde. — Stuttgart (Engelhorn).
- GAMS, H. - 1918 - Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. — Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich.
- - 1923 - Einige Gewässertypen des Alpengebietes. — Verh. Int. Ver. Limn. Stuttgart.
- - 1927 - Die höhere Wasservegetation. — Abderhalden, Handbuch der Biol. Arbeitsmethoden. Abt. IX 2. Teil.
- - 1927 - Von den Follatères zur Dent de Morcles. — Beitr. zur geobot. Landesaufnahme d. Schweiz 15, Bern.
- - 1927 - Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. — Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie XVIII.
- GEITLER, L. - 1922 - Mikrophytenbiozönosen der Fontinalisbestände des Lunzer Untersees. — Int. Revue d. ges. Hydrobiologie XII.
- GEITLER, L. - 1925 - Synoptische Darstellung der Cyanophyceen in morphologischer u. system. Hinsicht. — B. z. Bot. Centralblatt XLI.
- u. PASCHER, A. - 1925 - Cyanophyceen in Paschers Süßwasserflora von Mitteleuropa — Jena (G. Fischer).
- GISTL, R. - 1928 - Beobachtungen über die Desmidiaceenflora der Moore um den Kirchsee, insbesondere über die Gesetzmässigkeit in den Grössenbeziehungen in den Arten. — Kryptogam. Forschg. d. Bayr. Bot. Ges. I, H. 1-7.
- - 1931 - Wasserstoffionenkonzentration und Desmidiaceen im Kirchseegebiet. — Arch. f. Microbiologie, II, Hft. 1.
- GESSNER, F. - 1929 - Die Biologie der Mooreseen. — Arch. f. Hydrobiol. XX.
- - 1933 - Nährstoffgehalt und Planktonproduktion in Hochmoorplanken. — Archiv für Hydrobiol. XXV, Hft. 3.
- GÖTZINGER, G. - 1917 - Die Eisverhältnisse der Lunzer Seen. — Intern. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie 1917.
- GRESE, B. S. - 1929 - Zur Biologie periodischer Kleingewässer. — Russ. Hydrobiol. Zeitschr VIII, 1-3
- HARNISCH, O. - 1928 - Die aktuelle Reaktion des Hochmoores Seefelder b. Reinerz u. die Bedeutung d. Wasserstoffionenkonzentration für die Eigenheit der Moorfauna. — Arch. f. Hydrobiol. XIX, Hft. 2.

- HEINIS, F. - 1945 - Beitrag zur Microbiozönose der Sphagnumpolster auf God del Fuorn im Nationalpark. — *Ergebn. d. wiss. Untersuch. d. Schweiz. Nationalparks*. I.
- HÖHN-OCHSNER, W. - 1948 - Beitrag zur Biologie der Kleingewässer der Herrschaft Wädenswil u. ihrer Grenzgebiete. — *Ber. ü. Geobot. Forschungs. Inst. Rübel, Zürich*.
- HUBER-PESTALOZZI, G. - 1912 - Das Phytoplankton der Bernina-Seen. — Kap. 12 in E. Rübel: *Pfl. geogr. Monogr. d. Berninagebietes*. Englers Bot. Jahrbücher.
- - 1926 - Die Schwebeflora von Seen und Kleingewässern der alpinen und nivalen Stufe. — *Schröters Pflanzenleben der Alpen*, 2. Aufl.
- HUSTEDT, F. - 1922 - Die Bacillariaceenvegetation des Lunzer Sees. — *Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie*.
- - 1927 - Die Kieselalgen. — *Rabenhorst Krypt. Flora VII*, Leipzig.
- HUZEL, C. - 1936 - Beitrag zur mikroskopischen Lebewelt der Rauhen Wise bei Böhmenkirch. — *Veröffentl. Württbg. Landesstelle f. Naturschutz*. 13.
- JAAG, O. - 1945 - Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland-Beitr. zur Kryptogamenflora der Schweiz, IX, Hft. 3.
- KAISER, P. E. - 1916-26 - Beitrag zur Kenntnis der Algenflora von Traunstein u. d. Chiemgau. — *Kryptog. Forsch. d. Bayr. Bot. Ges. I*, Heft. 1-7.
- KANN, E. - 1933 - Zur Ökologie des litoralen Algenaufwuchses im Lunzer-Untersee. — *Int. Revue d. ges. Hydrob. XXVIII*.
- KLEBELSBERG, R. - 1935 - Geologie von Tirol. — *Gebr. Bornträger, Berlin*
- LAUTERBORN, R. - 1913 - Süßwasserfauna. — *Handwörterbuch der Naturwissenschaften*. IX, Jena (G. Fischer).
- - 1915 - Die sapropelische Lebewelt. — *Verh. d. Naturhist. med. Vereins zu Heidelberg III*.
- LEFEVRE, M. - 1943 - Algues d'eau douce de l'étang la Grande Coinche. *Bull. de la Soc. Bot. Fr.* 90.
- LENZ, F. - 1928 - Zur Terminologie der limnischen Zonation. — *Arch. f. Hydrobiologie XIX*.
- - 1928 - Einführung in die Biologie der Süßwasserseen, *Biolog. Studienbücher*, Springer, Berlin.
- LUNDGVIST, G. - 1927 - Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen. — *Die Binnengewässer II*.
- MAGDEBURG, P. - 1925 - Neue Beiträge zur Kenntnis der Ökologie und Geographie der Algen der Schwarzwaldhochmoore. — *Ber. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. XXIV*.
- - 1925 - Vergleichende Untersuchungen der Hochmooralgen flora zweier Deutscher Mittelgebirge. — *Hedwigia LXVI*.
- MESSIKOMMER, E. - 1927 - Biologische Studien im Torfmoor von Robenhäusen. — *Diss. Zürich*.
- - 1929 - Beiträge zur Algenflora des Kantons Zürich. — *Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich, LXXII-LXXIV*.
- - 1935 - Algen aus Obertoggenburg. — *Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. LXVII*.
- - 1935 - Die Algenwelt der inneren Plessuralpen. — *Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich LXXX*.
- - 1942 - Beitrag zur Kenntnis der Algenflora und Algenvegetation des Hochalpeiriges um Davos. — *Beitr. z. Geobot. Landesaufnahme d. Schweiz XXIV*.

- MESSIKOMMER, E. - 1945 - Algen aus dem westlichen Berner-Oberland. — Mitt. d. Naturf. Ges. Berg. II.
- - 1948 - Algologische Erhebungen im St. Gallischen Abschnitt der Nw.-Sardonagruppe. — Vierteljahrshr. Naturf. Ges. Zürich, XCIII.
- MINDER, L. - 1941 - Über die Löslichkeit des Sauerstoffs in Gebirgsgewässern. — Vierteljahrshr. Naturf. Ges. Zürich, LXXXVI.
- MÜNSTER-STROM, K. - 1919 - Freshwater algae from Tuddel in Telemarken. — Nyt magazin for naturvidenskaberne LVII.
- - 1922 - Some algae from Merano. — Nuova Notarisia XXXII, Padova.
- - 1926 - Norwegian mountain algae. — Skrifter Norske Videnskaps. Akademi i Oslo I.
- - 1943 - Die Farbe der Gewässer und die Lundqvist-Skala. — Arch. f. Hydrobiologie, XL.
- MEISTER, F. - 1912 - Die Kieselalgen der Schweiz. — Beitr. zur Kryptogamenflora der Schweiz IV.
- NAUMANN, E. - 1925 - Die Lichtverhältnisse des Süßwassers. — Abderhaldens Handbuch d. Biol. Arbeitsmeth. Abt. IX.
- - 1925 - Einige allgemeine Gesichtspunkte betreffs des Studiums der regionalen Limnologie. — Verh. Int. Ver. Limn.
- OLTMANN, F. - 1922 - Morphologie und Biologie der Algen. — Jena, (G. Fischer.)
- PESTA, O. - 1933 - Beiträge zur Kenntnis der Beschaffenheit ostalpiner Tümpelgewässer. — Arch. f. Hydrobiologie XXV.
- - 1931 - Limnologische Betrachtungen an ostalpinen Kleingewässern. — Arch. f. Hydrobiol. XXIII.
- PIROCCHI, L. - 1949 - Osservazioni sulla specificita ecologica dei popolamenti di piccole acque di montagna. — Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia-Milani, V.
- PICHLER, W. - 1937 - Temperaturmessungen an einem Tümpel. — Biol. Beibl. 4. Jahrgang. Heft. I.
- - 1938 - Messungen ufernaher Oberflächentemperaturen eines seeartigen Gewässers. — Arch. f. Hydrobiol. XXXIII.
- - 1939 - Ergebnisse einer limnologischen Sammelfahrt in den Ostalpen. — Arch. f. Hydrobiol. XXXV.
- PRINTZ, H. - 1915 - Beiträge zur Kenntnis der Chlorophyceen und ihrer Verbreitung in Norwegen. — Kgl. Norske Videnskabelsk. Skrifter Nr. 2
- RESVOJ, P. D. - 1928 - Zur morphologischen Charakteristik der stehenden Gewässer. — Russische Hydrobiol. Zeitschrift. VII, 57.
- RYLOV, W. M. - 1927 - Über die miozonale Verteilung des Kammerplanktons in sehr seichten Gewässern. — Russ. Hydrob. Ztschrift. VI.
- REDINGER, K. - 1934 - Studien zur Ökologie der Moorschlenken. — Bh. z. Bot. Centralbl. LII.
- RUTTNER, F. - 1929 - Das Plankton des Lunzer Untersees. — Int. Revue d. ges. Hydrobiol. XXIII.
- - 1933 - Über die biochemische Schichtung in einigen Seen Der Ostalpen. — Geogr. Jahresb. aus Österreich. XVI.
- - 1937 - Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen. — Arch. f. Hydrobiol. XXXII.
- SCHMIDLE, W. - 1895-96 - Beiträge zur alpinen Algenflora. — Österr. Bot Zeitschrift. XLV u. XLVI.
- SERNOV, S. A. - 1928 - Über die Überwinterung der Wasserorganismen im Eise und ihre biologische Bedeutung. — Russ. hydrobiol. Zeitschrift. VII, 5-7.

- SKUJA, H. - 1926-28 - Vorarbeiten zu einer Algenflora von Lettland. — Acta Hort. Bot. Univ. Latr. I-IV.
- - 1929 - Süßwasseralgen von den westestnischen Inseln Saaremaa und Hiimaa. — Ibi. IV.
- - 1948 - Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland Schweden. — Symbolae Bot. Upsalensis, IV, Vol. 114 Nr. 5.
- STEINECKE, F. - 1916 - Die Algen des Zehlaubachs in system. und biologischer Hinsicht. — Schriften d. physik. ökolog. Ges. zu Königsberg LVI.
- - 1940 - Der Süßwassersee. — Studienbücher Deutscher Lebensgemeinschaften. — I. Leipzig.
- THIENEMANN, A. - 1925 - Die Gewässer Mitteleuropas. — Handbuch f. d. ges. Binnenfischerei Mitteleuropas I.
- - 1926 - Limnologie, eine Einführung in die biologischen Probleme der Süßwasserforschung. — Breslau.
- - 1931 - Der Produktionsbegriff in der Biologie. — Arch. f. Hydrobiol. XXII. 4.
- THOMAS, E. A. - 1948 - Limnologische Untersuchungen am Türlensee. — Schweiz. Zeitschrift. f. Hydrologie X.
- THOMASSON, H. - 1925 - Methoden zur Untersuchung der Mikrophyten der limnischen Litoral — u. Profundalzone. — Abderhalden, Handbuch d. biol. Arbeitsmeth. IX.
- TURNOWSKY, F. - 1946 - Beobachtungen an Hochgebirgstümpeln der Karischen Hauptkette. — Carinthia II, Jahrg. 135.
- VALLE, K. J. - 1930 - Über das Auftreten von Mysis relicta und Corethra plumicornis während des Sommers in einigen Seen von Südost-Finnland. — Arch. f. Hydrobiol. Bd. XXI, Heft 3.
- WEHRLE, E. - 1927 - Studien über Wasserstoffionenkonzentrationsverhältnisse und Besiedlung an Algenstandorten in der Umgebung von Freiburg i. Br. — Jena, (G. Fischer).
- - 1939 - Zur Kenntnis der Algen im Naturschutzgebiet Weingartener Moor bei Karlsruhe. — Beitr. z. naturkundl. Forschung in Südwestdeutschland, IV.
- WEIMANN, R. - 1934 - Hydrobiologische u. hydrographische Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. — Beih. Bot. Centrbl. 51, II.
- WESENBERG-LUND, C. - 1912 - Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen und ihre Bedeutung. — Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie.
- WILLER, A. - 1923 - Der Aufwuchs der Unterwasserpflanzen. — Verh. d. Int. Ver. f. Limn.
- WOLFF, H. - 1948 - Hydrobiologische Untersuchungen an den hochalpinen Seen des San Bernardinopasses. — Zeitschrift. f. Hydrologie X. 4.

Zur Rotatorienfauna Siziliens

Von BRUNO BĒRZINS

Limnologisches Institut, Lund

Die Rotatorienfauna Siziliens ist noch heute fast vollständig unbekannt geblieben. Nur in einem kleinen Artikel am Ende des vorigen Jahrhunderts meldet MONIEZ acht Rotatorien-Arten aus dem Lago Lentini. Im April 1889 hat er dort folgende Rädertiere gefunden:

- Brachionus calyciflorus* (PALLAS)
- Epiphanes* cfr. *senta* (MÜLLER)
- Filinia longiseta* EHRENBERG
- Kellicottia longispina* (KELLICOTT)
- Keratella cochlearis* (GOSSE)
- Keratella quadrata* (EHRENBERG)
- Monommata longiseta* (EHRENBERG)
- Trichotria* cfr. *pocillum* (MÜLLER)

wobei die Arten von *Epiphanes* und *Trichotria* nicht definitiv determiniert wurden. Der Fund von *Kellicottia longispina* (KELLICOTT) in diesem See ist ein isolierter Fundort, welcher der südlichste für diese Art in Europa ist. Die anderen bisher bekannten Lokalitäten liegen nicht südlicher von 42. Breitengrad: Pyrenen (Spanien), Abruzzen (Italien) und die Seen des südlicheren Jugoslaviens. Doch es scheint, dass diese Art im Paludi Lentini des Menge und Zeitraum nach — eng beschränkt ist. Meine Proben stammen von Januar, aber kein einziges Tier dieser Art war dabei vertreten. Doch die Winterzeit in den südlicheren Gegenden des Verbreitungsareales ist der bester Zeitpunkt, wo man mit grösseren Aussichten diese Art im Plankton finden konnte.

Bei seinem Besuch von Sizilien im Winter 1949/50 hat Herr Amanuensis N. TARRAS-WAHLBERG einige Proben von Mikroorganismen im Lago Gurridu und Paludi Lentini gesammelt. Er hat mir die genommenen Proben zum Studium der Rotatorienfauna freundlich übergeben, ebenso die Resultate seiner chemischen Analysen. Dafür spreche ich ihm auch hier meinen herzlichsten Dank aus.

Paludi Lentini (resp. Lago di Lentini) liegt südlich vom Etna und südwestlich von Catania. Der See ähnelt in wirklichkeit mehr einem

Weiher und ist weit und breit von Makrophyten, hauptsächlich *Phragmites*, bedeckt. Die Wassertiefe ist gering: die Stelle, wo das Plankton genommen wurde, betrug ungefähr 1 m.

Der See Lago Gurridu liegt nordwestlich vom Vulkan Etna, ganz nahe an seinem Fusse. Der See hat einen periodischen Charakter; es ist kein oberflächlicher, sondern nur unterirdischer Abfluss vorhanden. Die Planktonprobe (richtiger Rheonprobe) wurde im fließendem Wasser genommen, bei einer Wassertiefe von ungefähr 0,5 m.

Eigenschaften des Wassers

	Paludi Lentini 9.1.1950	Lago Gurridu 12.1.1950
Temperatur C°	—	10
Elektrolyt. Leitverm. $n = \times_{18} \cdot 10^6$	1245	536
Gesamthärte, DG	1,78	5,79
Chloridgehalt Cl/1mg	242	20

Da die Wasserproben erst nach ihren Eintreffen in Schweden analysiert wurden, waren einige wertvolle Angaben nicht mehr festzustellen (z.B. Oxydierbarkeit u.a.m.), weil das Wasser zu alt geworden war.

Das hohe elektrolytische Leitvermögen in Paludi Lentini kann auf der grossen Menge von Chloriden beruhen. Wegen seiner Cl-Menge gehört dieser See nach der Einteilung von REMANE noch zum echten Süßwasser (Grenze beim 0,3 ‰), dagegen nach REDEKES System schon zur oligohalinen Zone des Brackwassers (Grenze beim 0,1 ‰). Doch in unserem Fall sollen, ihrer Mikrofauna nach, beide Gewässer als dem echten Süßwasser angehörig betrachtet werden. Die Wasserhärte ist niedrig oder mittelmässig. Nach allem scheint es, dass die beiden Gewässer einen stark eutrophen Charakter haben.

Im Paludi Lentini am 9.1.1950 wurde gefunden ¹⁾:

Rotatoria

Anuraeopsis fissa (GOSSE) xxx

Asplanchna brightwellii GOSSE

Brachionus calyciflorus calyciflorus PALLAS

Cephalodella gibba (EHRENBERG)

Collotheca sp.

Euchlanis dilatata dilatata EHRENBERG

¹⁾ Bezeichnung für die Mengenangabe: xxxx = sehr viel; xxx = viel; xx = gemein; x = wenig; ohne x = selten.

Euchlanis incisa CARLIN
Filinia longiseta (EHRENBERG) x
Lecane bulla bulla (GOSSE)
Lecane closterocerca (SCHMARD) xx
Lecane doryssa HARRING
Lecane furcata (MURRAY)
Lecane hamata (STOKES)
Lecane luna luna (MÜLLER)
Lecane nana (MURRAY)
Lecane ohioensis (HERRICK)
Lepadella patella (MÜLLER)
Lepadella triptera triptera EHRENBERG
Polyarthra dolichoptera IDELSON xxxx
Polyarthra remata SKORIKOV
Proales decipiens (EHRENBERG)
Proales sp.
Rotaria sp.
Synchaeta lackowitziana LUCKS
Synchaeta oblonga EHRENBERG
Synchaeta pectinata EHRENBERG x
Synchaeta sp.
Testudinella patina patina (HERMANN)
Trichocerca brachyura (GOSSE)
Trichocerca rousseleti (VOIGT)

Copepoda

Cyclops viridis (JURINE)
Cyclops strenuus FISCHER s. lat.
Mesocyclops dybowskii (LANDE)

Cladocera

Alona cfr. *costata* SARS
Ceriodaphnia quadrangula pulchella SARS
Chydorus sphaericus O. F. M. x
Daphnia longispina longispina O. F. M.
Pleuroxus laevis SARS
Rhynchotalona rostrata (KOCH)
Simocephalus vetulus (O. F. M.)

Die dominierende Rotatorien-Art im Paludi Lentini war *Polyarthra dolichoptera* IDELSON, als subdominant war *Anuraeopsis fissa* (GOSSE) vorhanden. Hier waren die planktischen und litoralen Formen zusammengemischt.

Im Lago Gurridu, wurde im Plankton, am 12.1.1950 gefunden:

Rotatoria

Brachionus rubens EHRENBERG
Cephalodella auriculata (MÜLLER)
Cephalodella exigua (GOSSE)
Cephalodella gibba (EHRENBERG)
Cephalodella sp.
Colurella bicuspidata deflexa (EHRENBERG)
Euchlanis deflexa GOSSE
Euchlanis dilatata dilatata EHRENBERG x
Euchlanis incisa CARLIN
Keratella valga vagla (EHRENBERG) xx
Lecane closterocerca (SCHMARDA)
Lepadella patella (MÜLLER)
Lophocharis oxysternum (GOSSE)
Metadiaschiza trigona (ROUSSELET)
Notholca squamula (MÜLLER)
Rotaria sp.
Synchaeta sp.
Trichotria pocillum pocillum (MÜLLER)
Wolga spinifera (WESTERN)

Copepoda

Eucyclops sp.
Cyclops bicuspidatus CLAUS
Cyclops furcifer CLAUS

Cladocera

Ceriodaphnia quadrangula pulchella SARS
Daphnia longispina longispina O. F. M.
Macrothrix lathonura (JURINE)

Das dominierende Rotator im Plankton von Lago Gurridu war *Keratella valga valga* (EHRENBERG), doch nicht in grosser Anzahl vorkommend. Die Probe ist keine reine Planktonprobe, da eine Menge von Rädertieren aus dem Vegetationszone herkommen.

Für ganz Sizilien sind nun 36 Rotatorienarten nachgewiesen. In diesem Artverzeichnis sind aber 12 Arten enthalten, die zum ersten mal für die Fauna Italiens gemeldet sind, nämlich:

Asplanchna brightwellii GOSSE
Brachionus rubens EHRENBERG

Keratella valga valga (EHRENBERG)
Lecane furcata (MURRAY)
Lecane doryssa HARRING
Lecane nana (MURRAY)
Metadiaschiza trigona (ROUSSELET)
Polyarthra dolichoptera IDELSON
Polyarthra remata SKORIKOV
Synchaeta lackowitzi LUCKS
Trichocerca brachyura (GOSSE)
Wolga spinifera (WESTERN)

Bemerkungen zu den Arten

Anuraeopsis fissa (GOSSE) wurden reichlich in die Probe aus Paludi Lentini gefunden. Der Panzer war ohne Leisten und Felderung, wie es bei der typischen Form gewöhnlich ist. Die Grösse der getragenen Ova $43 \times 69 \mu$. Die Panzerlänge 96—100 μ .

Asplanchna brightwellii GOSSE nicht so wenig im P.L.

Brachionus calyciflorus calyciflorus PALLAS. Die typische Form wurde im P.L. nur in einem einzigen Exemplar gesichtet.

Brachionus rubens EHRENBERG, nur ein stark granuliertes Individuum wurde im Lago Gurridu gefunden.

Cephalodella auriculata (MÜLLER), ein älteres, bräunlicher Individuum wurde im L.G. gesichtet.

Cephalodella exigua (GOSSE). Einige Individuen im L.G.

Cephalodella gibba (EHRENBERG) wurde im L.G. sowie im P.L. angetroffen, aber nur in wenigen Individuen.

Ausserdem wurden in beiden Gewässern einige *Cephalodella* gefunden, die jedoch nicht näher bestimmbar waren.

Colurella bicuspidata deflexa (EHRENBERG), nur ein geschädigtes Exemplar im L.G. gefunden.

Euchlanis deflexa GOSSE, einige Individuen im L.G. gefunden.

Euchlanis dilatata dilatata EHRENBERG war reichlicher vorhanden im L.G. als im P.L. Ein Individuum aus P.L. hat folgende Grösse: Panzerlänge 255 μ , Breite von Dorsalpanzer 203 μ , Breite von Ventralpanzer 163 μ , Breite des Kopfeinschnittes 85 μ , Tiefe der abdominalen Einbuchtung 32 μ .

Euchlanis incisa CARLIN wurde in wenigen Individuen aus beiden Gewässern bekannt. Die Panzerlänge 230—240 μ .

Filinia longiseta (EHRENBERG). Einige Individuen im P.L. Körperlänge 122—177 μ , Körperbreite 44—64 μ , Länge der vorderen Borste 390—395 μ , des hinteren Borstes 275—280 μ , Länge von Ova 73—77 μ .

Keratella valga valga (EHRENBERG) war reichlich im L.G. vertreten. Der Panzerfelderung nach, sind die sizilianischen Tiere typische *valga*.

Totallänge 198—216 μ , Panzerlänge 145—158 μ , maximale Panzerbreite 78—98 μ , Panzerbreite anterior 72—79 μ , Panzerbreite posterior 62—66 μ , Länge der mittleren Dornen des Vorderandes 31—40 μ , die lateralen 18—25 μ . Länge des linken Hinterstachels 0—26 μ , des rechten Hinterstachels 21—37 μ .

Lecane bulla bulla (GOSSE). Im P.L. wurde eine Reihe von Arten dieser Gattung gesichtet, dazwischen auch einige von der oben genannten Art.

Lecane closterocerca (SCHMARDA) war in beiden Gewässern vertreten, im P.L. sogar reichlich. Im P.L.: die Totallänge 108—113 μ , Länge des Dorsalpanzers 68—70 μ , des Ventralpanzers 78—82 μ , Breite des Dorsalpanzers 79—82 μ , des Ventralpanzers 64—68 μ , Breite des Panzervorderrandes 50—53 μ , Tiefe der Einbuchtung am Vorderrand 5—6 μ , Zehenlänge 27—30 μ .

Lecane doryssa HARRING, ein Exemplar im P.L.

Lecane furcata (MURRAY). Im P.L. wurden zusammen mit heilen Tieren einige Menge von beschädigten gefunden (leere Panzerteile). Panzerlänge: Dorsalplatte 77 μ , Ventralplatte 84 μ . Panzerbreite: Dorsalplatte 76 μ , Ventralplatte 72 μ . Totallänge der Zehe 28 μ , Klauenlänge 7 μ .

Lecane hamata (STOKES) nur einige typische Tiere im P.L. gefunden. Totallänge 125 μ . Panzerlänge: Dorsalplatte 82 μ , Ventralplatte 92 μ . Panzerbreite: Dorsalplatte 71 μ , Ventralplatte 63 μ . Panzerbreite am Vorderrand 34 μ , Zehenlänge 38 μ .

Lecane luna luna (MÜLLER). Einige heile, ebenso beschädigte Tiere im P.L. Panzerlänge: Dorsalplatte 119—138 μ , Ventralplatte 140—152 μ . Panzerbreite: Dorsalplatte 114—134 μ , Ventralplatte 112—131 μ , Breite am Vorderrand 73—77 μ , Zehenlänge 66—69 μ .

Lecane nana (MURRAY) wurde in einem Exemplar im P.L. gefunden. Totallänge 100 μ , Länge des Dorsalpanzers 65 μ , des Ventralpanzers 74 μ , Breite des Dorsalpanzers 66 μ , des Ventralpanzers 55 μ , Breite des Vorderrandes 49 μ , Zehenlänge 29 μ .

Lecane ohioensis (HERRICK) (Abb. 1—4) wurde in 2 Exemplaren aus P.L. gesichtet. Ich sehe keinen Unterschied zwischen *ohioensis* und seinen var. *jarroi*. Die Form und Skulptur meiner Tiere wird im beigefügten Abbildungen gegeben. Panzerlänge: Dorsalplatte — 125 und 130 μ , Ventralplatte — 158 und 158 μ . Panzerbreite: Dorsalplatte — 102 und 100 μ , Ventralplatte — 82 und 81 μ . Panzerbreite am Vorderrand 52 und 60 μ . Posteriores Panzerverlängerung 17×23 und 17×25 μ . Zehenlänge 48 und 51 μ .

Lepadella patella (MÜLLER). Einige Individuen im P.L., etwas mehr

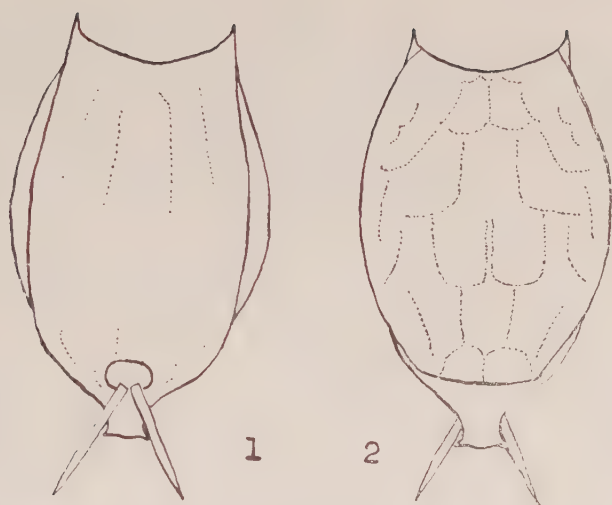


Fig. 1—2.

Lecane ohioensis (HERRICK). 1. Ventralansicht. 2. Dorsalansicht.

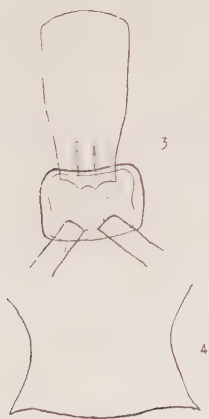


Fig. 3—4.

Lecane ohioensis (HERRICK). 3. Die zwei distale Fussglieder, mit Zehenansätze.
4. Posteriores Panzerverlängerung.

im L.G. Panzerlänge 101—107 μ , Panzerbreite 67—76 μ , Zehenlänge 23—26 μ .

Lepadellia triptera triptera EHRENBERG, einige Exemplare im P.L. gefunden. Panzerlänge 72—76 μ , Länge des Fussöffnung 19—22 μ .

Lophocharis oxysternum (GOSSE). Einige Individuen aus L.G.

Metadiaschiza trigona (ROUSSELET). Einige Individuen aus L.G. Die Grösse bei kontrahierten Tieren: Totallänge 142—152 μ , Zehenlänge 56—70 μ , Panzerlänge 82—87 μ , Panzerbreite 62—66 μ , Panzerhöhe 63—70 μ . Panzer ist stark, relativ dicht oreoliert. Mit 2 roten Augen. Zehen schlank und gerade.

Notholca squamula (MÜLLER), diese Kaltwasserform wurde in kleiner Anzahl im L.G. gefunden. Panzerlänge 180—200 μ , Panzerbreite 116—123 μ . Länge der lateralen Vorderdornen 12 μ , Länge der medianen Vorderdornen 15 μ .

Polyarthra dolichoptera IDELSON wurde in grosser Anzahl im Paludi Lentini gefunden. Diese Art, welche zuerst wurde von IDELSON aus hohem Norden beschrieben worden, kommt relativ häufig auch viel südlicher vor, besonders im Winter. Ich habe diese Tiere in Proben aus Südschweden und Palästina gesichtet. Die Körperlänge 119—135 μ , die Körperbreite 78—85 μ , die Flossenlänge 130—150 μ .

Polyarthra remata SKORIKOV. Einige Exemplare im P.L. gefunden.

Proales decipiens (EHRENBERG). Ein Exemplar aus P.L. Gleich vollständig denen von mir abgebildeten Tieren aus Schweden (BĚRZINŠ, 1949, Taf. 3, Fig. 8; Taf. 4, Fig. 9 u. 10).

Synchaeta lackowitzi LUCKS wurde in einigen Exemplaren im Paludi Lentini gefunden. Charakteristische schwarze Flecken im Körper.

Synchaeta oblonga EHRENBERG, nur einige Individuen im P.L.

Synchaeta pectinata EHRENBERG nicht so wenig im P.L. Gleichet der charakteristischen Grundform.

Testudinella patina patina (HERMANN), nur einige Individuen im P.L. Ähnelt der typischen Form. Panzerlänge 220 μ , Panzerbreite 210 μ , Abstand der Fussöffnung vom Panzerhinterrand 44 μ .

Trichocerca brachyura (GOSSE), ein Exemplar im P.L.

Trichocerca rousseleti (VOIGT), ein Exemplar im P.L., etwas grösser als Jennings Tiere. Panzerlänge 177 μ , Zehe 50 μ .

Trichotria pocillum pocillum (MÜLLER). Nur 2 Individuen im L.G. Panzer sehr dicht mit kleinen Dörnchen bedeckt, ähnlich wie bei *T. truncata*. Panzerlänge an einem Exemplar 145 μ , Zehenlänge 97 μ , Sporenlänge 30 μ , Länge des distalen Fussgliedes 22 μ .

Wolga spinifera (WESTERN) (Abb. 5—8) wurde in wenigen Exemplaren im Lago Gurridu gefunden. Panzer besteht aus 2 Platten, einer dorsalen und einer ventralen. Die dorsalen Panzer sind in



Fig. 5.
Fundorte von *Wolga spinifera* (WESTERN).

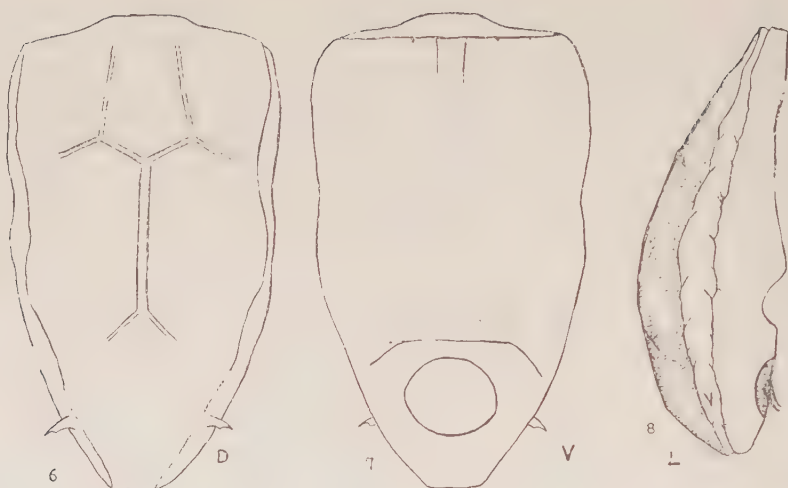


Fig. 6—8.

Wolga spinifera (WESTERN). 6. Dorsalansicht, 7. Ventralansicht, 8. Lateralansicht.

Felder geteilt (siehe Abbild.), während der ventrale Panzer ohne Felderung ist. Dagegen ist diese Platte quer dem Körper eingeschnitten, so dass eine Querfalte entsteht. Beide Platten sind durch eine relativ weiche Membran verbunden, in welcher, kurz vor dem Hinterende, jederseits ein Dorn liegt. Diese Dornen enthalten die Lateralantennen. Fussöffnung ist fast kreisrund, und liegt in der ganz leicht gebogenen Panzerfläche, ziemlich kurz vor dem Panzerende.

Panzerlänge 132—140 μ

Breite des Dorsalpanzers 70—76 μ

Breite des Ventralpanzers 84—90 μ

Diameter der Fussöffnung 30—37 μ

Zehenlänge 24—27 μ

Länge der Dornen am Körperperrand 5—6 μ

WESTERN hat diesen Tierart in den Genus *Distyla* hineingelegt, wenn auch er bemerkt, dass man wegen der Fussöffnung diese Art zu *Lepadella* rechnen sollte. SKORIKOV 1903 hat für diese Art ein spezielle Gattung geschaffen, ohne eine nähere Charakteristik des Genus anzugeben. Er hat nur in dem tabellarischen Tierverzeichnis von der Wolga bei Saratov geschrieben, "*Wolga spinifera* (WEST.) = *Distyla spinifera* WEST."

Später hat HARRING diese Species wieder zurück zum Genus *Lecane* geführt. Auch DE BEAUCHAMP nennt ihn *Distyla spinifera* 1907. Die russischen und polnischen Autoren brauchten dagegen immer *Volga spinifera* (MOURAVEJSKI 1939, RETOWSKI 1929, WISZNIEWSKI 1930). Es scheint, dass auch EDMONDSON 1935 die Gattung *Volga* anerkennt, denn bei Zusammenziehung von *Lecane* und *Monostyla* spricht er nur von zwei *spinifera*, nämlich: *Monostyla spinifera* EDMONDSON und *M. spinifera* IDELSON, aber erwähnt nicht *spinifera* von WESTERN. Ich kann nur der Auffassung dieser letztgenannten Autoren beistimmen, denn es gibt einen sehr grossen Unterschied zwischen *Lecane* und *Volga*.

Was die Struktur der Panzerbildung betrifft, mit dem dorsalen und ventralen Panzerplatten und der Verbindungsmembran dazwischen, so gehört *spinifera* zu *Lecane*. Doch keine *Lecane*-Art hat eine Fussöffnung, ähnlich wie bei *Lepadella* resp. *Lophocharis*. Der freie, bewegliche Fuss entfernt *spinifera* noch mehr von *Lecane*. Damit sehe ich mich berechtigt, den SKORIKOV'schen Genus *Volga* beizubehalten.

Meines Wissens ist diese seltene Tierart nur aus 12 Stellen bekannt:

England, Putney Heath (WESTERN 1894, MURRAY 1913);
 Russland, Wolga bei Saratow (SKORIKOV 1903);
 Frankreich, Bourg, Ain (DE BEAUCHAMP 1907);
 Russland, oberlauf von Don, Fluss Tuljisa,
 Fluss Desna, Dnepr (VORONKOV 1913);
 Deutschland, Oberrhein (LAUTERBORN 1917);
 Russland, Wolgadelta (RETOWSKI 1929);
 Polen, Polesie (WISZNIEWSKI 1930);
 Russland, Severni Donetz (MOURAVEJSKI 1939);
 Italien, Sizilien (mein Fundort 1951).

Es ist charakteristisch, dass sich die meisten Fundorte im Europa zwischen 52. und 46. nördl. Breitengrad befindet. Nur mein Fundort liegt südlicher, fast beim 37. nördl. Breitengrad.

LITERATURVERZEICHNIS

- BEAUCHAMP, P. DE - 1907 - Seconde liste de rotifères observés en France. — Bull. Soc. Zool. France, 32: 143—148. Paris.
 BĚRZINŠ, B. - 1949 - Taxonomic notes on some Swedish Rotatoria. — Journ. Quekett Microsc. Club, Ser. 4, 3: 25—36, Taf. 3—5. London.
 EDMONDSON, W. T. - 1935 - Some Rotatoria from Arizona. — Trans Amer. Microsc. Soc., 54: 301—306. Menasha.
 HARRING, H. K. - 1913 - Synopsis of the Rotatoria. — Bull. U. S. Nat. Mus., 81, pp. 1—226. Washington.

- LAUTERBORN, R. - 1917 - Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. — Sitzungsber. Heidelberg, Akad. Wissensch., Math.-Naturw. Klasse, Abt. B. Heidelberg.
- MOLA, P. - 1928 - Facies della fauna e flora delle acque interne. — Int. Rev. Hydrobiol. Hydrogr., 20: 117—173. Leipzig.
- MOLA, P. - 1930 - Fauna rotatoria italiana delle acque dolci. *ibid.* 23: 428—477.
- MOLA, P. - 1932 - Addenda ed alcune errata — corregge alla "Fauna rotatoria italiana delle acque dolci". — *ibid.* 26: 143—162.
- MOLA, P. - 1935 - Sinossi rotiferologica e gastrotricológica italiana. — Bull. di pesca, di piscicol. e di idrobiol., 11: 36—93. Roma.
- MONIEZ, E. - 1889 - Note sur la faune des eaux douces de la Sicile. — Feuille des Jennes Naturalistes, anno 20, p. 17—19. Paris.
- MOURAVEISKY, S. D. - 1939 - Matériaux concernant l'hydrobiologie des rivières de l'URSS. II. Rivière Koudrjoutchia. — Bull. Soc. Nat. Moscou, Ser. Biol., 48 (4): 77—86. Moscou.
- MURRAY, J. - 1913 - Notes on the Family *Cathypnidae*. — Journ. Royal Microsc. Soc., p. 545—564, pls. 22—23. London.
- SKORIKOV, A. S. - 1903 - Verzeichnis der Organismen, welche im Arbeitsfelde der Biologischen Wolga Station im Saratow gefunden wurde und bis jetzt bestimmt worden sind. — Jahrb. Biol. Wolga Stat., Heft 1: 20—47. Saratow.
- WESTERN, G. - 1894 - On *Distyla spinifera*. — Journ. Quekett Microsc. Club, Ser. 2, 5: 427—428, Taf. 21. London.
- WISZNIEWSKI, J. - 1930 - Contribution à l'étude des rotifères de Polésie (Pologne). — Arch. hydrobiol. i rybactwa, 5: 265—284. Suwalki.
- WISZNIEWSKI, J. - 1932 - Sur quelques rotifères trouvés en Espagne. — *ibid.* 6: 41—64.
- VORONKOV, N. V. - 1913 - Zur Rotatorienfauna Russlands. — Arb. Hydrobiol. Stat. Glubokom oz., 5: 90—108. Moskva.

Nomenklatorische Bemerkungen an einigen planktischen Rotatorien-Arten aus der Gattung *Keratella*

Von BRUNO BĚRZINS

Limnologisches Institut, Lund, Schweden

In der planktologischen Literatur gehört der Bezeichnung *Keratella* (*Anuraea*) *cochlearis* (GOSSE) zu den altbekannten, seit langem eingebürgerten Namen für ein gewöhnliches Rädertierart. In der letzten Zeit liegen Versuche vor, den *cochlearis* mit den *stipitata* zu ersetzen. Dadurch wird eine Verwirrung in der Benennung einiger *Keratella*-Arten geschaffen. Für den Planktonologen, der mit den nomenklatorischen Fragen der Rotatorien weniger vertraut ist, liegt somit ein schwer überwindliches Hindernis vor.

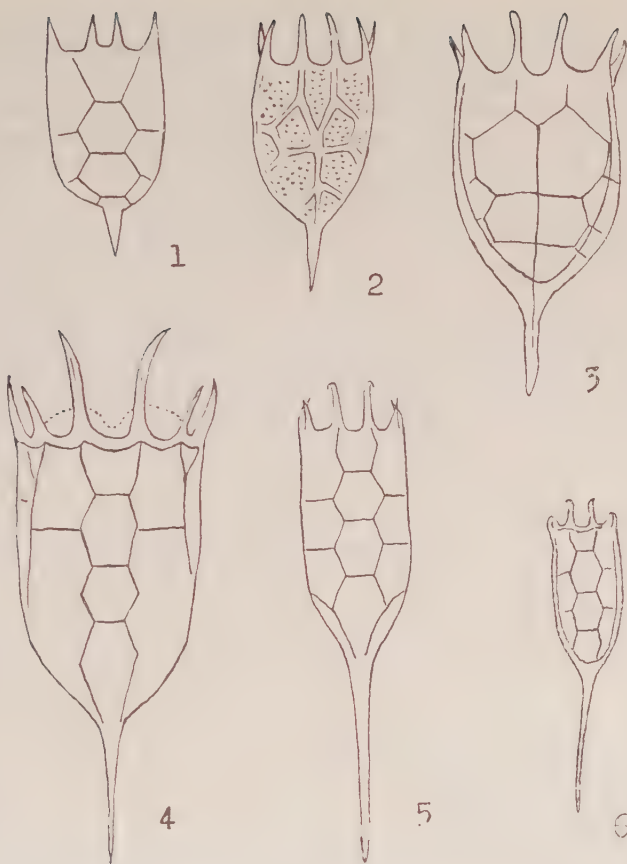
Das EHRENBURGsche *Anuraea stipitata* (1838 und 1843) und GOSSES *Anuraea cochlearis* (1851) sind schon öfters Gegenstände einer Diskussion über die richtige Benennung und dessen systematische Stellung gewesen. In den letzten Jahren ist die Frage, wegen des Erscheinens der zwei monographischen Bearbeitungen der Gattung *Keratella* (CARLIN 1943 und AHLSTROM 1943), wieder aufgenommen worden. Jedoch ist mit diesen Arbeiten die Angelegenheit nicht klarer geworden, sondern im Gegenteil — die Lage sieht jetzt viel unklarer aus.

Die historischen Gründe für diese Stellung ist in dem Umstand zu suchen, dass EHRENBURG seine Auffassung von *Anuraea stipitata*, welche er im Jahre 1838 (Infusorienwerk) geäußert hat, später wieder verwarf (1843). Es wurde später von anderen Autoren der EHRENBURGsche Name für andere Tiere gebraucht und nicht für die europäischen Tieren mit langem Hinterstachel und medianen Kiel. Für diese Tiere (ein medianer Hinterstachel, dorsaler medianer Kiel) kam der von GOSSE vorgeschlagene Name — *Anuraea cochlearis* (1851) — in Gebrauch. Zuletzt hat CARLIN (1943) diesen mit recht eingebürgerten Name verworfen und mit den *Keratella stipitata* (EHRENBURG) ersetzt (p. 55): "EHRENBURGS Diagnose" A testula subquadrata aut triangula, postice mucrone simplici pedicellata,

frontis dentibus semis, dorso tessellata" lässt keinen Zweifel darüber bestehen, welche Art vorgelegen hat. EHRENBURG hat jedoch die Facettierung der Dorsalplatte nicht im Detail studiert und diese daher in seiner Abbildung unrichtig dargestellt, da er ein Muster von gleichen Typus abgebildet hat, wie es bei den übrigen EHRENBURG bekannten Arten der Gattung vorkommt, also mit einer medianen unpaaren Felderreihe. In einer später veröffentlichten Abbildung von *Anuraea stipitata* hat EHRENBURG das Muster ganz korrekt wiedergegeben (EHRENBURG, 1843, Taf. IV: 1, Abb. 40)".

Damit hat CARLIN jedoch kein recht anzunehmen, dass EHRENBURG das Muster des Dorsalpanzers falsch gezeichnet hat. Warum kann nicht angenommen werden, dass EHRENBURG die Zeichnungen oder das Material verwechselt hatte? Er hat doch im Jahre 1843 aus Amerika die gekielte Form angegeben. Aber gerade in Amerika kommt so oft die Art mit einem medianen Hinterstachel und einer unpaaren medianen dorsalen Felderreihe vor. Das zeigt, dass EHRENBURG seine Studienobjekte gut und eingehend studiert, und nicht nach einem Vorbild gezeichnet hat.

Die kurze lateinische Diagnose in EHRENBURGS Infusorienwerk (1838, p. 507) erläutert nicht viel die Eigenschaften der Art, darum soll seine beigelegte Abbildungen (Taf. 62, Fig. XI, 1—3) herangezogen werden. Beide, die Diagnose wie auch die Abbildungen, sind gleichwertig für die Charakterisierung der Art. Nach den Nomenklatur-Gesetzen ist es richtig den Namen *Anuraea stipitata* für den im Jahre 1838 von EHRENBURG beschriebenen Tier beizubehalten. Die im Jahre 1843 von EHRENBURG angegebene Abbildung (Taf. IV, Fig. 40), lediglich ohne Beschreibung, soll somit als eine zu einer ganz anderen Art zugehörig, aufgefasst werden. Der Name *stipitata* für dieses, in den Figur dargestellten, Tier zu benutzen ist unrichtig und irreführend. Die Name *stipitata* hat schon EHRENBURG selbst im Jahre 1838 präokupiert. Für dieses Tier (im Fig. 40, Jahre 1843) eine neue Bezeichnung zu schaffen ist unnötig, weil im Jahre 1851 Gosse eine vortreffliche Beschreibung gegeben hat: "Lorica spoon-shaped; with six spines in front; the medial pair curving strongly forwards; posterior extremity attenuated into a long slender spine, inclined forwards: back sidged and tessellated as in *A. tecta* . . . (*A. tecta*) . . . and the tessellations are different, being larger and arranged on each side of a medial dorsale ridge, which gives to the back the form of a vaulted roof" (p. 202). Man muss den Namen *Anuraea cochlearis* für den von EHRENBURG im Jahre 1843 (Taf. IV, Fig. 40) abgebildeten Tier anwenden, das völlig mit dem vom Gosse beschriebenen und abgebildeten *Anuraea cochlearis* übereinstimmt. Damit wird auch ein seit langer Zeit eingebürgerter Name bewahrt, und mit Recht.



1. *Keratella stipitata* (EHRENBERG), nach EHRENBERG, 1838. 2. *Keratella cochlearis* (GOSSE), nach EHRENBERG, 1843 (Unterschrift = *Anuraea stipitata*). 3. *Keratella cochlearis* (GOSSE), aus HUDSON & GOSSE, 1889. 4. *Keratella americana* CARLIN, aus ZELINKA, 1907. 5. *Keratella americana* CARLIN, aus AHLSTROM, 1943. 6. *Keratella americana* CARLIN, nach UENO, 1939.

Der Name *Anuraea stipitata* EHRENBERG muss somit für ein, nie wiederentdecktes Tier beibehalten bleiben. Alle Behauptungen, das dieses Tier wieder entdeckt worden ist, kann nicht genügend überzeugen. Diese Benennung, *Anuraea stipitata*, weiter für die amerikanischen Tieren, mit den Plattenreihe (anstatt von Kiel) in die Medianlinie des Dorsalpanzers, zu brauchen ist abzulehnen. Das dass EHRENBERGSche Abbildung auch einige Unterschiede von den amerikanischen Tieren zeigt, hat AHLSTROM gut charakterisiert: "That EHRENBERG did not describe the present (amerikanische) species may be shown from the following facts: (1) the dorsal pattern

is different — there are three median facets posterior to the median frontal area, not two as EHRENBURG shows for *stipitata*; (2) the shape is different — *K. gracilentia* is narrow in proportion to its length, having the smallest width length ratio of any species of *Keratella* . . . while EHRENBURG figures a relatively wide *Keratella*; (3) the size is different — EHRENBURG indicates a total length for *stipitata* that is below the minimum size observed for *gracilentia* . . ." (1943, p. 436). Auch CARLIN (1943) hat die gleiche Meinung.

Der von ZELINKA, UENO u.a. für die amerikanische *Keratella* gebrauchte Name *Anuraea stipitata* ist somit nicht befriedigend und muss mit einem anderen ersetzt werden. Das hier eine Notwendigkeit in der Neubenennung vorliegt zeigt der gleichzeitige Namensgebung für diese Tiere, nämlich: *Keratella americana* CARLIN und *Keratella gracilentia* AHLSTROM. Damit hat sich die von CARLIN gegebener Benennung *Keratella americana* (CARLIN 1943, p. 55) als geläufig erwiesen. Das von AHLSTROM vorgeschlagener *Keratella gracilentia* (AHLSTROM 1943, p. 434) ist ein Synonym für *K. americana* CARLIN, weil CARLIN seine Arbeit in Mitte Februar Jahr 1943 publizierte, dagegen die Arbeit von AHLSTROM erst am 12. März 1943 erschien.

Hier folgt eine kurze Schilderung der besprochenen Arten.

Keratella cochlearis (GOSSE)

Anuraea stipitata EHRENBURG 1843, Taf. IV, Fig. 40; non *Anuraea stipitata* EHRENBURG 1838.

Anuraea cochlearis GOSSE 1851, p. 202; HUDSON & GOSSE, 1889, Vol. 2, p. 124 Taf. 29, Fig. 7; WEBER, 1898, p. 709, Taf. 25, Fig. 8; LAUTERBORN 1900, p. 421, Taf. X, Fig. 2—4, Textfig. 1, 2; LUCKS, 1912, p. 154; DIEFFENBACH, 1912, p. 221, Fig. 433—442, 445; WEBER & MONTET, 1918, p. 83, Fig. 28; RUTTNER-KOLISKO, 1949, p. 463.

Keratella cochlearis HARRING, 1913, p. 56; REMANE, 1929, p. 96; RYLOV, 1933, p. 71; UENO, 1939, p. 111, Fig. 2, nr. 3; CARLIN, 1939, p. 63; WULFERT, 1942, p. 18, Taf. 3, Fig. 12—16; AHLSTROM, 1943, p. 420, Taf. 25, Fig. 1—14; BĚZINŠ, 1943, p. 26; THUNMARK, 1948, p. 24; SÖRENSEN, 1948, p. 70; BĚZINŠ, 1949, p. 600; LILLIEROTH, 1950, p. 269; GILLARD, 1951, p. 178; THOMASSON, 1951, p. 271, 287.

Anuraea stipitata SKORIKOV, 1896, Fig. 33.

Keratella stipitata CARLIN, 1943, p. 55; CARLIN, 1945, p. 18, Fig. 18; THUNMARK, 1945, p. 231; THUNMARK, 1945a, p. 16; BARTOŠ, 1946, p. 34, Fig. 11; GILLIARD, 1948, p. 171—178, Taf. 2, Fig. 6; SLADEČEK, 1950, p. 3; THOMASSON, 1951, p. 349; HAUBER, 1952, p. 224—228, Fig. 4—24.

(Die von IMHOF, 1883, als *Anuraea longispina* beschriebene Art ist nicht mit *Keratella cochlearis* (GOSSE) identisch, vielleicht aber mit *Keratella irregularis* (LAUTERBORN). *Anuraea cochlearis* DADAY, 1894, ist nicht *Keratella cochlearis* (GOSSE), denn der Dorsalpanzer ist nur in dem vorderen Teil gekielt. Die Abbildung von DADAY gehört einer fraglichen Art.)

Dorsalpanzer ziemlich stark gewölbt. Panzer mit dorso-medianer, nicht unterbrochene Kiel, und in der Rückenmitte mit paarigen, bilateral angeordneten Plattenreihen. Der Körper endet in einem mehr oder weniger langen Hinterstachel, welcher bei einigen Varietäten fehlen kann. Kosmopolitisch verbreitet.

Keratella stipitata (EHRENBERG)

Anuraea stipitata EHRENBERG, 1838, p. 507, Taf. 62, Fig. XI, 1—3; HUDSON & GOSSE, 1889, Suppl. B.I., Taf. 34, Fig. 27, p. 54; DIEFFENBACH, 1924, p. 220, Fig. 432; LAUTERBORN, 1900, p. 437, Fig. 5.

Panzer kurz, gedrunken, mit einem spitzen, ziemlich scharf vom Körper abgesetzten Hinterstachel endigend. Dorsalpanzer mit einem medianen frontalen Feld, dem zwei mediane Platten (anstatt von Kiel) folgen. Eine fragliche Art, welche nur einmal von EHRENBERG aus der Umgebung von Berlin gemeldet ist.

Keratella americana CARLIN

Anuraea stipitata ZELINKA, 1907, p. 34, Taf. 2, Fig. 8—13;
Keratella stipitata HARRING, 1915, p. 531; REMANE, 1929, p. 96, Fig. 78;
UENO, 1939, p. 111, Fig. 2, nr. 4—4a.
Keratella americana CARLIN, 1943, p. 55, Fig. 7z.
Keratella gracilentia AHLSTROM, 1943, p. 434, Taf. 39, Fig. 1—5.

Körper schlank, mit ziemlich langen oder langen Hinterstachel. Auf dem Dorsalpanzer kein Kiel, sondern eine mediane Reihe von sechseckigen Platten. Diese Platten sind drei in der Zahl hinter der medianen Frontal-Feld. Bekannt aus den amerikanischen Gewässern. Es ist noch fraglich, ob in der Unterelbe diese Art sicher beobachtet worden ist, wie es REMANE (1929, p. 97) meldet.

Im Jahre 1950 beschrieb RUSSEL aus Neu-Zealand eine neue *Keratella*-Art als *Keratella carinata* n. sp. (p. 162, Textfig. 1, 2). Ein Vergleich mit den von HAUER im Jahre 1937 aus Java gemeldeten *Keratella cochlearis* var. *javana* n. var. (p. 382, Abb. 29) identische Tiere aufweist. Nur das neuseeländische Tier ist gedrungener (Temporal-variation?). *Keratella carinata* RUSSEL ist ein Synonym für HAUERS Varietät, oder nach AHLSTROM (1943, p. 434) ein Art — *Keratella javana* HAUER.

LITERATURVERZEICHNIS

- AHLSTROM, E. H. - 1943 - A revision of the rotatorian genus *Keratella*; Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 80: 411—457. New York.
BARTOŠ, E. - 1946 - The Bohemian formes of the genus *Keratella* (Rot.), with the key to the determination of them; Časopis národního musea, Přírod., 115: 21—37. Praha.
BĚRZINŠ, B. - 1943 - Systematisch-faunistisches Material über Rotatorien Lettlands; Folia zool. et hydrobiol., 12: 218—244. Riga.
BĚRZINŠ, B. - 1949 - Zur Limnologie der Seen Südostlettlands; Schweiz. Zeitschr. Hydrol., 11: 583—607. Basel.

- CARLIN, B. - 1939 - Über die Rotatorien einiger Seen bei Aneboda; Medd. Lunds Univers. Limnol. instit., 2: 1—68. Lund.
- CARLIN, B. - 1943 - Die Planktonrotatorien des Motalaström; *ibid.* 5: 1—255.
- CARLIN, B. - 1945 - Vara planktonrotatorier; Medlemsblad biologilärarnas förening. p. 17—23.
- DADAY, E. - 1894 - Az *Anuraeiidae Rotatoria*-család revisiója; Math. Term. Ertesitő, 12: 364—377, Taf. 12. Budapest.
- DIEFFENBACH, H. - 1912 - In BRAUERS, Süßwasserfauna Deutschl., Heft 14, *Rotatoria*. 217—228. Jena.
- EHRENBERG, C. G. - 1838 - Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. XVIII + 547 pp., 64 pls. Leipzig.
- EHRENBERG, C. G. - 1843 - Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika; Abh. Akad. Wiss., (1841), 291—446, Taf. 1—4. Berlin.
- GILLARD, A. A. M. - 1948 - De *Brachionidae (Rotatoria)* van België met Beschouwingen over de Taxonomie van de Familie; Natuurwet. Tijdschr., 30: 159—218, Taf. 2—4. Gent.
- GILLARD, A. A. M. - 1950 - Kataloog der Raderdieren van België; *ibid.* 32: 175—206. Gent.
- GOSSE, P. H. - 1851 - A catalogue of Rotifera found in Britain; Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 2, 8: 197—203. London.
- HARRING, H. K. - 1913 - Synopsis of the *Rotatoria*; Bull. U. S. Nat. Mus., 81: 1—226. Washington.
- HARRING, H. K. - 1915 - Report on *Rotatoria* from Panama . . .; Proc. U. S. Nat. Mus., 47: 525—564. Washington.
- HAUER, J. - 1937 - Die Rotatorien von Sumatra, Java und Bali . . .; Arch. Hydrobiol., Suppl. Bd. 15: 296—384. Stuttgart.
- HAUER, J. - 1952 - Pelagische Rotatorien aus dem Windgfallweiher, Schluchsee und Titisee im südlichen Schwarzwald; *ibid.* Suppl. Bd. 20, 212—237. Stuttgart.
- HUDSON, C. T. & P. H. GOSSE - 1889 - The rotifera or wheel animalcules. Vol. II and suppl. London.
- IMHOFF, O. E. - 1883 - Studien zur Kenntnis der pelagischen Fauna der Schweizerseen; Zool. Anz., 6: 466—471. Leipzig.
- LAUTERBORN, R. - 1900 - Der Formenkreis von *Anuraea cochlearis*. I; Verh. Naturhist.-Med. Ver. Heidelberg, N. S., 6: 412—448, Taf. X.
- LILLIEROTH, S. - 1950 - Über Folgen kulturbedingter Wasserstandsensenkungen für Makrophyten- und Planktongemeinschaften in seichten Seen des südschwedischen Oligotrophiegebietes; Acta Limnolog., 3: 1—288. Lund.
- LUCKS, R. - 1912 - Zur Rotatorienfauna Westpreussens. VIII + 207. Danzig.
- REMANE, A. - 1929 - *Rotatoria*. In Grimpe & Wagler, Tierwelt der Nord- u. Ostsee. VIIe. Leipzig.
- RUSSEL, C. R. - 1950 - Additions to the *Rotatoria* of New Zealand. III; Transact. Royal Soc. New Zealand, 78: 161—166.
- RUJTNER-KOLISKO, A. - 1949 - Zum Formwechsel- und Artproblem von *Anuraea aculeata (Keratella quadrata)*; Hydrobiol., 1: 425—468. Haag.
- RYLOV, W. M. - 1935 - Das Zooplankton der Binnengewässer: Binnengew. Bd. 14. Stuttgart.
- SKORIKOV, A. S. - 1896 - *Rotatoria okrestnostei* g. Kharkova; Trav. Soc. Nat. Kharkov, 30: 207—374, Taf. 7—9. Kharkov.

- SLADEČEK, V. - 1950 - Studies of the zooplankton of the ponds of Padrt (Bohemia) . . .; Bull. intern. l'Acad. tchéque des Sciences. 51 (nr. 22): 1—28. Praha.
- SÖRENSEN, I. - 1948 - Biological effects of industrial defilements in the river Billebergsån; Acta Limnolog., 1: 1—73. Lund.
- THOMASSON, K. - 1951 - Beiträge zur Kenntnis des Planktons einiger Seen im nordschwedischen Hochgebirge; Schweiz. Zeitschr. Hydrol., 13: 336—351. Basel.
- THOMASSON, K. - 1952 - dito, Mitt. 2.; ibid. 14: 257—286.
- THUNMARK, S. - 1945 - Die Abwasserfrage der Väckjö-Seen in hydrobiologischer Beleuchtung, Grundzüge in der regionalen Planktologie von Südschweden; Medd. Lunds Univers. Limnolog. instit., 4. Lund.
- THUNMARK, S. - 1945a - Zur Sociologie des Süßwasserplanktons; Fol. Limnolog. Scand., 3. Lund.
- THUNMARK, S. - 1948 - Sjöar och myrar i Lenhovda socken. Lenhovda. En värendssocken berättar. Moheda.
- UENO, M. - 1939 - Zooplankton of Lago de Patzcuaro, Mexico; Annot. Zool. Japon., 18. Tokyo.
- WEBER, E. F. - 1898 - Faune Rotatorienne du bassin du Léman; Rev. Suisse Zool., 5: 355—785, Taf. 16—25.
- WEBER, E. F. & A. G. MONTET - 1918 - Rotateurs; Catal. invertebr. Suisse. Fasc. II: 1—337. Genève.
- WULFERT, K. - 1942 - Meeres und Brackwasser-Rotatorien in der Umgebung von Rovogno, D'Istria; Thalassia, 4: Bolzano.
- ZELINKA, C. - 1907 - Die Rotatorien der Plankton-Expedition; Ergebn. Planktonexp. Humbolt-Stift., 2. 81 pp. 3 Taf. Berlin.

Bodo minus Klein

Notes on its Ecology and significance for Estimation of Sewage

By

E. FJERDINGSTAD

(Institute of Hygiene, University of Copenhagen. Director: Professor
P. Bonnevie, M. D.)

The flagellate *Bodo minimus* is of the order of magnitude of $4-5\ \mu$ \times $2-2.5\ \mu$, and has an oval, anteriorly somewhat blunt probiscidiform shape; its two oscillatory flagella are placed in a hollow, and the trailing flagellum is twice the length of the swimming one (see e.g. pl. XIII, Klebs, 1893). The species belongs to the guide organisms in KOLKWITZ & MARSSON's saprobic system, and it is characterised by KOLKWITZ (1950) as α -mesosaprobic. A more intimate knowledge of its ecology must therefore be of importance for the estimation of its value as an indicator of pollution.

In recipients of sewage *Bodo minimus* may be found in the polysaprobic as well as in the α -mesosaprobic zone. But in these localities it does not belong to the dominant organisms and it cannot, therefore, be regarded as association-forming (cf. FJERDINGSTAD 1950). Its occurrence here is possibly due to the fact that it is carried with the effluent from the purification plants into the recipient where, owing to its great adaptability, it has a possibility of holding its own. Accordingly it will not be justifiable to ascribe to it any great significance as an indicator species for recipients.

On the other hand, the species is present in large numbers in the waste pipes from certain ground-water borings giving ground-water containing methane and sulphide, as well as in purification plants for sewage, where it often forms almost pure *Bodo minimus* associations.

One of the examined borings of this kind is situated near the lake Arresø in the methane area in the north of Sealand (Denmark), where the content of CH_4 in the ground-water amounts to 32 ml/l, and

where in addition a minor quantity of H_2S , viz. 5 ml/l, occurs. Otherwise the water is characterised by a high content of HCO_3^- : 590 mg/l, and NaHCO_3 : 477 mg/l, and a minor content of NH_4^+ : 3 mg/l, while SO_4^{--} , NO_3^- and NO_2^- are absent. The KMnO_4 consumption constitutes: 13.1 mg/l, B.O.D. (5 days) : 5.4 mg/l, and the albuminoid ammonia content is 0.3 mg/l.¹⁾

In a number of laboratory experiments with town sewage from a small area with ca. 2300 inhabitants, *Bodo minimus* was likewise found to be association-forming. This sewage had only been subjected to a very incomplete pre-treatment in a much overcharged septic tank, so no doubt it contained sulphide.

After being taken to the laboratory, the sewage samples were distributed into the following flasks:

- I. Aerobic, light. The aerobic conditions were secured by bubbling through the sewage by means of the compressed air plant of the laboratory. Light here merely means that the water is found in a clear flask standing in the laboratory.
- II. Aerobic, dark. The flask is packed in black paper.
- III. Anaerobic, light.
- IV. Anaerobic, dark.
- V. Anaerobic in refrigerator.

The series of experiments, covering about two months, were followed regularly in order to ascertain such conditions as the pH, the course of nitrification, and the development of the microassociations (cf. FJERDINGSTAD & HVID-HANSEN 1951). The experiments showed that the adaptability of *Bodo minimus* to the different experimental conditions was exceedingly great.

Light-dark: The species is quite indifferent to the light intensity, but in view of the arrangement of the experiments, which could not ensure total darkness, it will be most correct to characterise it as stenophotile.

The *temperature* likewise proved to be without importance, the species developing equally well whether the flasks were standing in ordinary room temperature (ca. 20° C.) or in a refrigerator.

Nor did the presence or absence of *oxygen* have any influence on the thriving of the species; it was found under anaerobic as well as under aerobic conditions.

The *pH* value in the experimental series proved to depend on the special conditions under which they were carried out.

When the samples were taken out, the pH was 7.4; 5 days later the pH of aerobic samples kept in light was 8.4, in samples kept

¹⁾ Information about the chemical conditions was kindly supplied by Mr. C. H. PAPE, M. Eng.

under anaerobic conditions in darkness it was 6.4, and in samples kept anaerobically in light it was 4.8; however, these variations in the pH values were of no importance for the occurrence of the species, so it must be regarded as insensitive to alterations of the pH within a range of 4.8 to 8.9. The pH values found here, however, can in no way be regarded as the extreme limits of the tolerance of the species to variations in the pH.

H_2S : According to the available facts, the presence of hydrogen sulphide will not inhibit the growth. The fact that this organism attains such a predominant importance in water with a high content of hydrogen sulphide, is due to some extent to the circumstance that the hydrogen sulphide expels the majority of the competing organisms.

$NH_3-NO_2-NO_3$: When taken out, the samples had a content of total amount of nitrogen of 48 mg/l and 29 mg/l of these were present in the form of ammonical nitrogen. As was the case with the above-mentioned factors, the species was likewise entirely uninfluenced by the progress of the nitrification.

Summing up, it may be said that *Bodo minimus* KLEIN is a species with a very wide ecological spectrum, for which reason it cannot be used as a guide organism in estimations of the pollution of recipients. As to the purification plants, however, in which it is associationforming, it may, as such, be regarded as an index organism for the progress of the purification.

LITERATURE

- FJERDINGSTAD, E. - 1950 - The microflora of the river Mølleaa, with special reference to the relation of the benthal algae to pollution. *Folia limnologica scandinavica* 5; 1—123.
- FJERDINGSTAD, E. & N. HVID HANSEN - 1951 - Laboratorieforsøg med byspildevand (Summary: Laboratory experiments with sewage). *Nordisk hygienisk Tidsskrift*, 32; 159—180.
- KLEBS, GEORG - 1893 - Flagellaten Studien I—II, *Z. wiss. Zool.*, 55, 310, plate XIII.
- KOLKWITZ, N. - 1950 - Ökologie der Saprobien, *Schriftenreihe des Vereins für Wasser, Boden und Lufthygiene*, 4; 1—64.
- LEMMERMANN, E. - 1907—'10 - Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. III.
- LIEBMANN, H. - 1949 - Zur Biologie der Tropfkörpers. *Vom Wasser*, Bd. XVII, 62—82.

Address of the author:
E. FJERDINGSTAD,
Institute of Hygiene
University of Copenhagen.

Diatoms in plankton samples of the Willem Barendsz-Expedition 1947

by

A. VAN DER WERFF

One of the biologists participating in the Willem Barendsz-Expedition 1947, Mr. W. VERVOORT, kindly let me have some samples from the State Museum of Natural History, Leyden. These samples had been taken by means of a coarsely-woven plankton-net, 46 cm in diameter, in the Antarctic Sea about 64° S, 10° W, during the months of December 1946, January, February and March 1947. Though collected with no special view to study Diatoms, the samples appeared to contain rather a great number of these organisms. Quite a lot is known already on Antarctic Diatoms. The various deep-sea expeditions (Challenger, Valdivia, Pourquoi-pas?) collected many samples in the Antarctic region, which proved the Diatom development in the Antarctic Ocean, as well as in other cold regions, to be extraordinarily rich in species and especially in individuals. The number of antarctic species known thus far is about 250; the number of individuals may amount to 10.000 cells in one ccm. water. A few species only appear as dominating during certain seasons, the others are to be considered accidental. Among the dominants an important part is played by *Corethron valdiviae* Karsten; besides, *Chaetoceros criophilus* Castr., *Ch. dictyota* Ehr. and other species of this genus are very frequent as well as *Eucampia antarctica* (Gastr.), *Fragilaria castracanei* De Toni, *Biddulphia striata* Karsten and *Thalassiosira antarctica* Comber, which, especially in the months of January—March seem to occur in great numbers together with a few *Coscinodiscus* and *Rhizosolenia* species (Mangin, Phytoplankton de l'Antarctique, 2ème Exp. Antarctique française).

Let us consider now how the species were distributed in the Willem Barendsz-samples. In the first place, we are struck by the entire absence of *Corethron valdiviae*. It was found only in one sample which was taken from a piece of pack-ice at about 66° 5' S, 11° W on March 21, 1947. This contained a very great number of individuals, many specimen clearly showing the remarkable hook-shaped appendages between the spines on either extremity of the cells.

The genus *Chaetoceros* was represented in the plankton only by *Ch. criophilus* Castr. and *Ch. dictyota* Ehr. the latter in different strongly divergent forms occurring also in the pack-ice sample. They were always accompanied by *Fragilaria castracanei* De Toni and *Fragilaria cylindrus* Grun. Beside those, *Rhizosolenia alata* Brightw. fo. *inermis* (Castr.) occurred regularly but in small numbers; a few specimens of *Rh. styliformis* Brightw. were found in a couple of samples only. *Thalassiothrix longissima* Cl. & Grun. on the other hand, abounded in all plankton samples, whereas this most remarkable Diatom, with cells of about 2000 μ in length and 5 to 6 μ in width, was lacking in the pack-ice sample.

Species of the genus *Coscinodiscus* were practically absent from all samples; whilst two connected cells of *Eucampia antarctica* Castr. were found in one sample only, *Biddulphia* species not having been observed at all. This is very remarkable, as these species are supposed to reach their maximum development precisely during the months of January and February. As the last two genera form chains and moreover possess processes, we need not assume their absence to be due to inefficient sampling methods, in other words they are sure not to have been present in the plankton at the time of collecting, or may-be in very small numbers only. We have no idea why this should be so, probably climatological factors play a part, perhaps e.g., the slowly rising temperature in the polar regions, which may cause certain kryophilic species to withdraw with the pack-ice towards the pole.

Beside the dominant species just mentioned, accidental species were observed of the genus *Asteromphalus*, viz. *A. brookei* Bail., *A. humboldti* Ehr. and *A. ralfsianus* (Norm.) Grun. and also the species *Nitzschia punctata* (W. Sm.) Grun., a frequent occurrence along the European coasts. Occasionally also we came across the typical *Nitzschia seriata* Cl., a plankton species, the cells of which stick together by their extremities, thus forming long chains.

A tabulated survey of the species collected on each sampling spot and of their frequency is given below; the latter is based upon estimation from the slides after annealing and melting into hyrax. Although the plankton had been collected either by day-time or at night, from the surface or from considerable depth, no obvious differences in constitution of the Diatom population could be stated. Thanks are due to the State Museum of Natural History for putting the samples for this study at my disposal, and especially to Mr. W. VERVOORT, who not only collaborated in this matter, but also supplied the data pertaining to those samples.

The bottom-living algal flora of slow sand filter beds of waterworks

with special reference to the establishment of species in the beds

by ALAN J. BROOK

Brown Trout Research Laboratory, Pitlochry, Scotland

1. INTRODUCTION

The only detailed study of the loose-lying, unattached community inhabiting the bottom of freshwaters is that of LUND (1942), who investigated it in several ponds in order to determine the influence of different types of bottom deposits on its composition. The present investigations were carried out with the object of adding to our knowledge of this community. Bottom-living algae were collected from the eight slow sand filter beds of the Newcastle and Gateshead Water Company at Whittle Dene, Northumberland, England. It was hoped that these collections would furnish information about the algae growing on a sandy bottom deposit, containing only a small amount of organic matter. Since the sand surface in the beds is cleaned about once every eight weeks, an excellent opportunity was afforded for studying their colonization by algae.

Whittle Dene lies between the River Tyne and the Roman Wall, some fifteen miles to the west of Newcastle on Tyne. Here there are six small reservoirs which receive water from four rather widely separated larger ones situated in north-west Northumberland. A considerable portion of the catchment areas of three of them lie in moorland country much of which is peaty, while the fourth overlies limestone and like Whittle Dene itself is situated in arable land. Despite the peaty nature of much of the catchment area, the water passing through the filters is alkaline, with a pH which is never less than 7.4 and usually about 8.0, and a carbonate hardness of between 7 and 9 degrees. The water in the filters was analysed once a fortnight. The maximum and minimum values for dissolved substances of biological importance for the year of investigation are given in Table 1.

TABLE 1

Maximum and Minimum Values of Dissolved Substances and of pH.

	Maximum (in p.p.m.)	Minimum (in p.p.m.)
Alkalinity	129 (Feb. 4)	59 (July 28)
Silica	3.1 (Jan. 23)	0.9 (June 9)
Phosphate	.009 (Jan. 9)	0 (June to Sept.)
Nitrate	1.4 (Jan. 23)	0.15 (August 11)
Albuminoid		
Ammonia	0.52 (Dec. 12)	0.12 (May 26)
pH	8.3 (Feb. & March)	7.4 (October)

Each of the filter beds at Whittle Dene is approximately 50 yards square, and each filters about 1.5 gallons of water per square foot per hour. The total depth of the filtering material in each bed is four feet, the lower strata consisting of large stones, above which are coarse gravels and above these again a layer of fine sand, one foot in depth. Water is fed into each of the filters by means of two pipes, the apertures of which are at the level at which the water stands in the beds, two feet above the sand surface.

The surface of the clean sand soon acquires a coating of fine silt and mud, as well as an algal film, as water passes through the bed. The algal film consists in part of planktonic algae which have been carried in with the water, but is mainly composed of bottom-living species, which grow and reproduce on the sand surface. Especially during spring and summer the algae grow so rapidly and in such compact masses, that the head of water in the beds must be steadily raised to force a sufficient flow through them. This rapid development is accompanied by the death of earlier algal growth so that after a while, the filter becomes covered by a layer of decaying vegetable matter and the beds have to be cleaned every six to eight weeks. The supply of water is cut off and the bed is allowed to drain. After this the top two inches of discoloured sand; with the overlying algal felt, is removed, piled in small heaps in the bed, and washed until free from mud, silt and algae. The clean sand is then replaced and the filter once more put into operation.

2. METHODS

Samples of the algae living on the sandy bed of the filters were obtained by suction. The apparatus (Fig. 1) consisted of a bicycle pump, the leather valve in which was reversed, so that a sucking instead of a pumping action was obtained. The tube from the pump

is connected to a valve removed from a motor car tyre and fitted into one hole of the two-holed rubber bung, closing the glass collecting bottle of approximately one litre capacity. The valve serve to maintain the negative pressure developed in the bottle by the action of the pump, thus making the apparatus more efficient. The piece

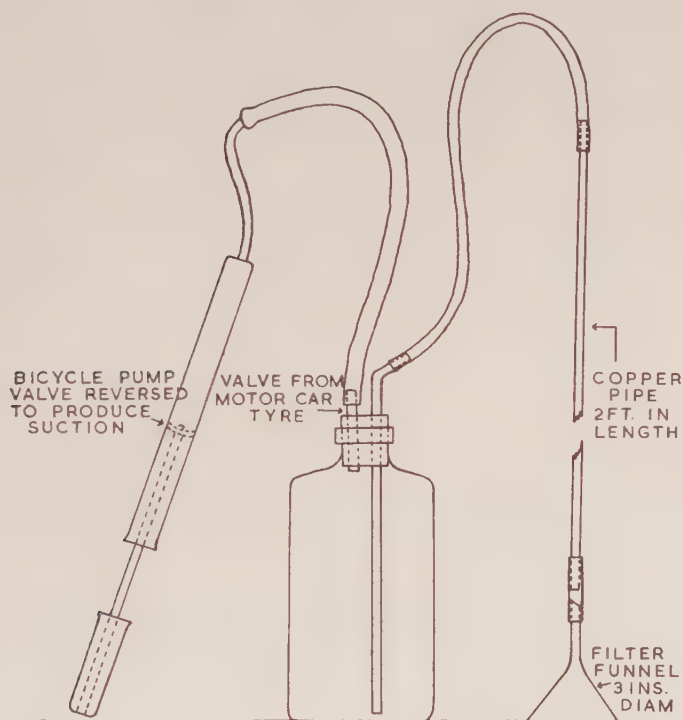


Fig. I.

Apparatus for Collecting Bottom-living Algae.

of glass tubing, which was inserted through the second hole in the bung, reached almost to the bottom of the bottle, whilst its other end was connected to about two feet of rubber tubing, followed by two feet of copper piping, which was finally joined to a filter funnel, 3 inches in diameter.

When collecting a sample, the bottle was rested on the side of the filter bed and while operating the pump the mouth of the funnel was moved evenly over the sandy bottom, care being taken not to disturb the surface of the bed unduly. Water, containing algae from the bottom, was thus sucked into the bottle. When this was full, the bung was removed, the contents well shaken and carefully

poured through a plankton net so as to concentrate the organisms collected within a small volume of water. In this way collections could be made from all the filter beds at a single visit. Although the apparatus is not suitable for gathering filamentous algae when, as occasionally occurred, they grew in dense masses this method otherwise proved satisfactory for collecting the bottom-living algae.

The difficulties of obtaining reliable quantitative data in relation to ecological studies have been emphasised by various workers (ASHBY, 1948). LUND (1942) points out that, among the chief factors militating against the accuracy of counts of bottom-living algae of ponds, is the tendency of some of them to aggregate in clumps, or their liability to move from time to time into certain restricted, temporarily favourable areas. On the homogeneous surface of a slow sand filter these more favourable areas apparently do not exist, and the algae are probably more or less evenly distributed over the bottom. On the other hand, when the sand becomes covered with growths of filamentous diatoms, which may break away from the bottom and float to the surface, the even distribution of the bottom-living species will be disturbed and a truly representative sample may not be obtained. Another factor operating against the accuracy of counts lies in the rate at which the algae are sucked up from the bottom which may vary with each collection, even though great care is taken to operate the pump at a steady rate and to ensure that the filter funnel is moved over a comparable area.

Initially counts from ten collections, taken from different parts of the same filter bed on the same day, were made with the help of a Fuchs Rosenthal haemocytometer ('STUDENT' 1907). These counts indicated that the sampling error for each collection was $\pm 23\%$. To reduce this error by even 10% , it would have been necessary on each occasion to make five different collections from each bed, and to count three samples from each collection; since collections had to be made from six or seven beds, this would have necessitated a total of between 90 and 105 counts after each visit. As this was not feasible, only one collection was taken from each bed and three samples from it counted. These counts provided reliable data ($\pm 7\%$ error), as to the proportions in which the principal bottom-living species occurred. As regards the comparison of the algal populations of the filters which had been in operation for different periods of time, the differences are in general so marked that, even with a sampling error of $\pm 23\%$, they are nevertheless significant.

At certain times of the year filamentous diatoms occurred in great profusion and, apart from the resulting difficulty of collecting representative samples already preferred to, the filaments cohered in clumps which could not be separated, even with vigorous shaking

and tended to block up the aperture of the pipette used for withdrawing the samples. Moreover, the filaments did not spread evenly over the counting cell, but tended to remain at the side at which the sample was introduced. As a consequence no counts were made of filamentous forms and the amounts present have been estimated and expressed by means of symbols (rare, occasional, frequent, etc.).

Collections were made at least once and sometimes twice a month, samples being taken from five to seven beds, according to the number in operation at the time. The algae were preserved in iodine. To identify the diatoms the material was boiled in concentrated nitric and sulphuric acids and washed in filtered tap water, followed by distilled water. Material of small or relatively scarce diatoms was incinerated on a slide. All material was mounted in 'Styrax'.

The graphs (fig. 2a & b) show the periodicity of the most important species in beds of different 'ages'.

3. THE COMPOSITION OF THE BOTTOM-LIVING FLORA

Throughout most of the year the flora of the surface of the filters was dominated by filamentous diatoms. Fig. 2a shows that there were few months in which one or more of these filamentous forms was not common or even abundant. Two well defined phases can be recognised, viz.

1. A spring phase, lasting from March to June and dominated by *Diatoma elongatum* and *Fragilaria capucina*.

2. An autumn phase, lasting from August until December, the dominant species being *Melosira varians*, with *Fragilaria capucina* and *Spirogyra* spp. occurring as co-dominants at certain times.

Large numbers and many species of pennate diatoms were also present throughout most of the year, while at certain times there were some Chlorophyceae (mainly Chlorococcales and Desmids), Cyanophyceae and occasional flagellates. Fig. 3 in which the total amounts of these non-filamentous species are plotted for each month, shows that there was a single annual cycle, with a maximum in May and June and a minimum in January and February; there is a marked decline in numbers in July followed by a considerable increase in August. It seems reasonable to suggest that in general this cycle is related to slow, constantly changing physical factors, probably temperature and light.

The marked decline in July may have been due either to the removal of non-filamentous forms, when filamentous algae became detached owing to formation of gas-bubbles, or to the feeding of

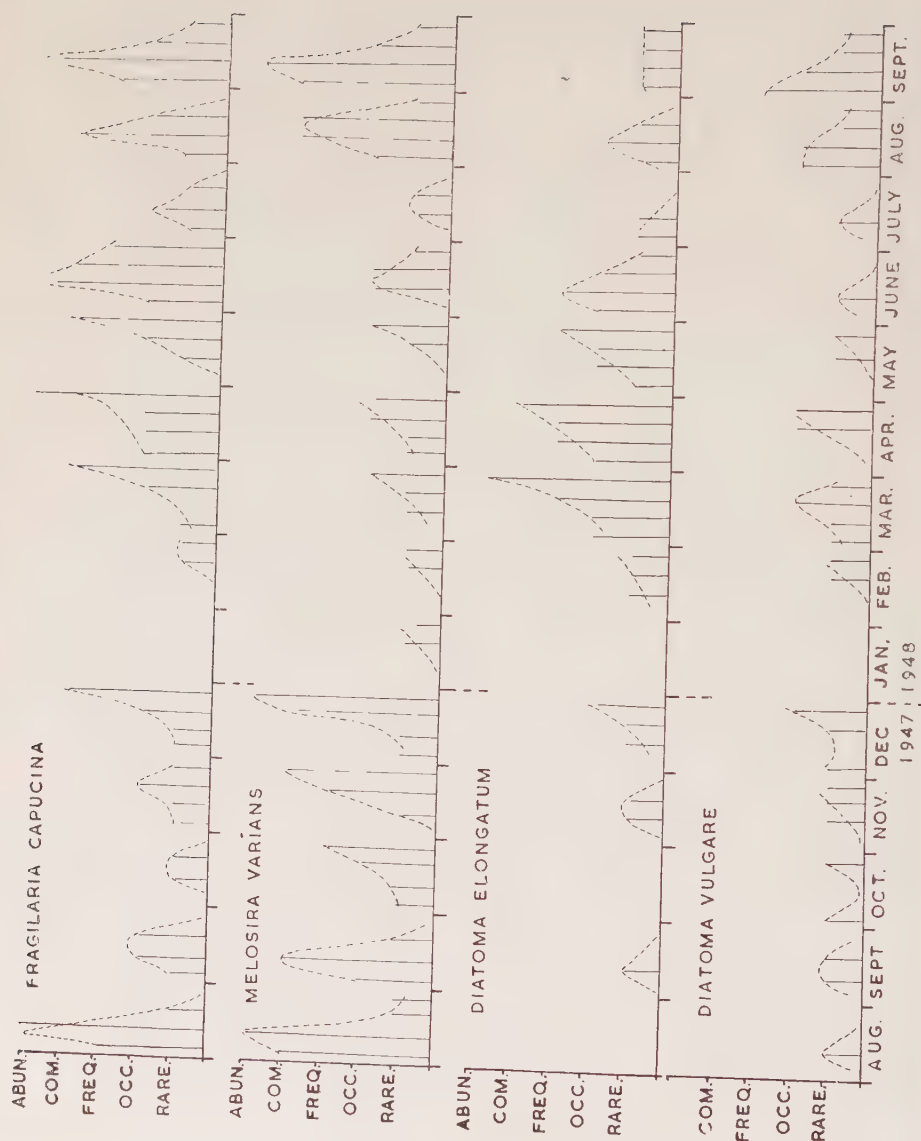


Fig. 2a.

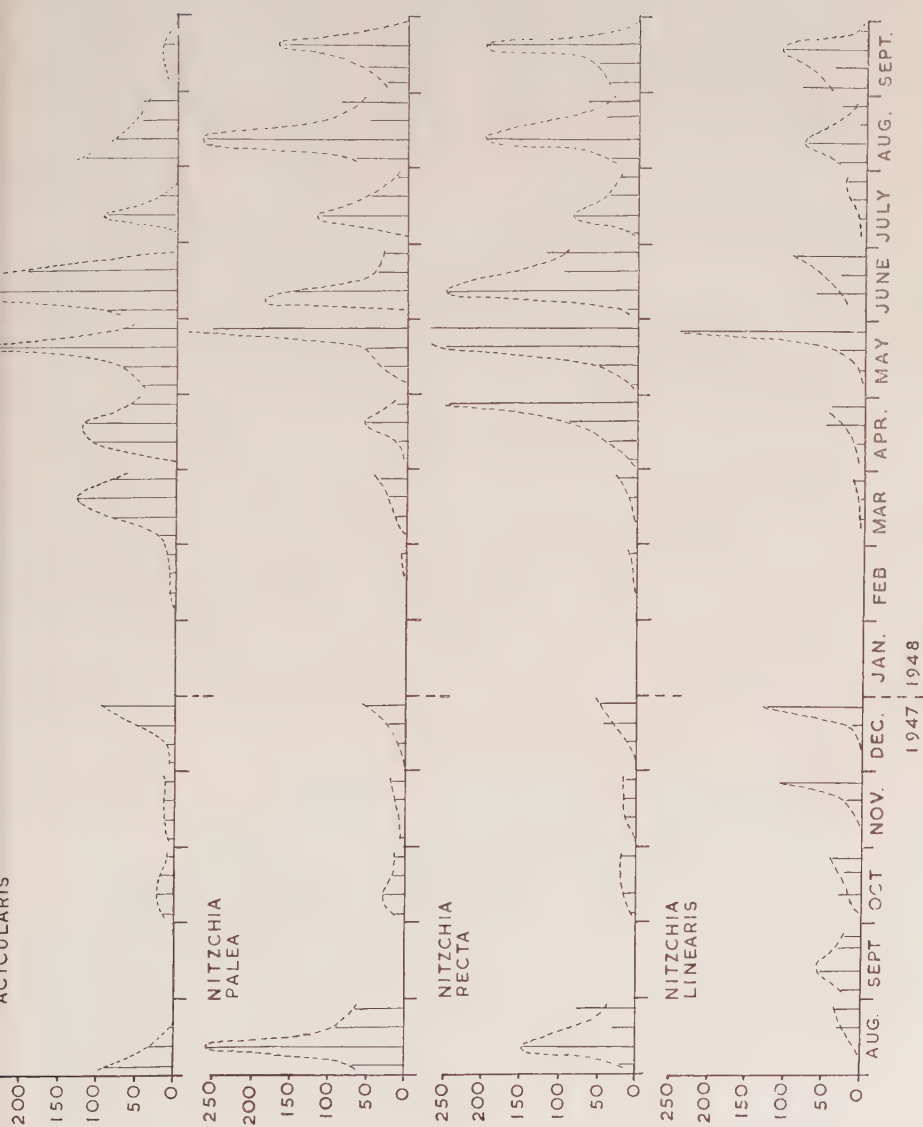


Fig. 2b.

Differences in Abundance of Algae in Beds of Different Ages (newest bed on left, oldest on right in each month).

aquatic animals. As to the first possibility, these floating filamentous growths include many pennate diatoms and other non-filamentous species, since the bottom-living flora is an integrated community, with filamentous and non-filamentous forms living closely intermingled. In July, however, both kinds of algae were present only in small

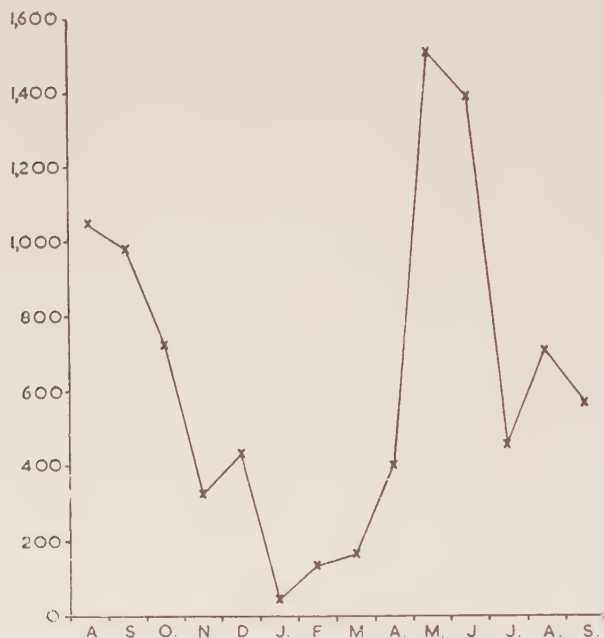


Fig. 3.
Total Abundance of Bottom-living Algae.

numbers and no floating mats were seen. This factor could not therefore have been responsible for the sudden decline in the numbers of algae on the bottom, though it may be important in reducing the bottom-living population at other times. The feeding of aquatic animals on the algae, which is considered in detail below, was probably very largely responsible found in July.

Pennate diatoms constituted about 70 % of the non-filamentous algae in the bottom flora throughout the year, species of *Nitzschia* and *Navicula* being the most abundant. There were no marked seasonal changes in the species present. Except for a short period, species of *Nitzschia* (fig. 2b) were dominant, comprising between 35 and 60 % of the population, while the naviculoid diatoms (fig. 4b) were dominant only in December and January (48 and 40 %),

though even then species of *Nitzschia* were still important (36 and 35 %).

Although the individual species of *Nitzschia* were dominant at different times (cf. fig. 2b), they all reached their greatest abundance between May and June. *N. acicularis* was the commonest and often the dominant species from December to June, while *N. recta* and *N. palea* were frequent during much of the year, the former being dominant from April to August, and the latter from July to October. From September to November, *N. linearis* was important, though, like other species of *Nitzschia* its period of maximum abundance was in May.

The only species of *Navicula* that became dominant was *rhynchocephala*, which in September 1948 constituted 21 % of the non-filamentous bottom-flora.

Chlorophyceae (*Scenedesmus quadricauda*, *S. obliquus*, *Ankistrodesmus falcatus*, var. *spiralis*) were present in appreciable amounts only between August and October and never became dominant. Similarly, Cyanophyceae were never found in large numbers, though also commonest in late summer and autumn.

Twelve species of filamentous algae (diatoms and Chlorophyceae) were found amongst the epiphytic flora, but only six of these occurred in any quantity on the bottom. *Diatoma elongatum*, *Frigilaria capucina* and *Diatoma vulgare*, which were common to both habitats, in general occurred in comparable amounts and showed the same periodicity. *Tabellaria fenestrata* and the tube-inhabiting *Cymbella prostrata*, which were frequent at certain times of the year as epiphytes, were however found but rarely in bottom collections, though individual frustules of the latter and the planktonic form (var. *asterionelloides*) of *T. fenestrata* were both met with from time to time on the bottom. No explanation for the failure on these two filamentous species to develop on the sand can be suggested.

Of the filamentous Chlorophyceae, which occurred as epiphytes, only two species were found in any quantity on the bottom. *Spirogyra* sp. grew in comparable amounts in both habitats during most of the year, though in December, when this alga was rare amongst the epiphytes, it together with the non-epiphytic *Zygnema* sp., became abundant on the sand of one of the least recently cleaned beds. *Mougeotia* sp. was found but rarely on the bottom, while *Oedogonium* sp. and *Ulothrix zonata* were rare. *Hormidium subtile*, *Stigeoclonium amoenum* and *Bulbochaete* sp., which are true epiphytes, found commonly in flowing water and possessing more or less well-developed attachment organs persisting throughout life, were probably unable to gain a footing on the relatively unstable bed of the filters.

During, and especially towards the end of the period of abundance

of some of the non-filamentous epiphytic diatoms, cells of these forms were found in large numbers in the bottom-living flora. This applied in particular to *Achnanthes minutissima*, which was most numerous in summer and early autumn, and *Synedra rumpens*, which was frequent from April to June. Other epiphytes, seen occasionally in samples from the bottom, were the stalked diatoms *Cymbella cistula*, *C. lanceolata*, *Gomphonema acuminatum*, *G. constrictum* and *G. parvulum*.

The analysis of the periodicity of the unattached bottom-living flora as a whole indicates (cf. fig. 2 and 4) that three fairly well-defined phases can be recognised in the course of the year. The first of these extends from March to July, during which *Diatoma elongatum* and *Fragilaria capucina* dominate the flora; among the non-filamentous forms, species of *Nitzschia* are most abundant, with naviculoid diatoms next in importance. During the second phase, from August to December, *Melosira varians* and *Fragilaria capucina* are abundant and are in fact dominant, except in December when *Spirogyra* spp. appear in large amounts. *Nitzschias* are common until November, while naviculoid diatoms increase in importance and become commoner than the *Nitzschias* in December. In the third phase, the barren months of January and February, very few algae are present. There are occasional short filaments of *Melosira varians*, while the non-filamentous flora is made up of species of *Nitzschia* in approximately equal proportions.

A list of the bottom-living algae found during these studies is given on p. 00.

4. DIFFERENCES IN THE ALGAL FLORA OF FILTER BEDS, WHICH HAVE BEEN IN OPERATION FOR DIFFERENT PERIODS OF TIME

One of the most striking features revealed by these investigations are the marked differences in the composition of the algal flora of beds which had been recently cleaned, and those which had been in operation for some time (see Figs. 2a & b, 4a & b). For example, the samples, collected on August 15th. 1947 from beds which had been working for a comparatively short time (up to 3 weeks), were dominated by *Melosira varians* and *Fragilaria capucina*, mats of which were floating on the surface of the water, while *Spirogyra* sp., *Nitzschia palea* and *N. acicularis* were common. On the other hand, samples taken from the less recently cleaned beds were dominated by *Scenedesmus quadricauda*, with the epiphytic *Achnanthes minutissima* and *Merismopedia glauca* as common associates.

In fact, those species which were abundant in the recently cleaned beds were found but rarely, or not at all, in the 'older' beds. Similar differences were found at many other times during these investigations.

As regards the possible factors which might be involved in these changes in the bottom-flora, it became evident that neither physical nor chemical changes could be responsible for the complete disappearance of certain species from the 'old' beds. The surface of a filter is never disturbed by the waterworks staff once the filter has been put into operation. An answer to the problem was sought by setting up laboratory cultures in large glass vessels, containing samples of the surface sand and algae, taken respectively from a newly cleaned bed and from one which had been on operation for nine weeks and was about to be cleaned. Glass slides were placed on the sand in the vessels and weekly counts were made of the numbers of algae which settled on them and which included both epiphytic and bottom-living forms. The counts showed that after a time the unattached algae disappeared from the slides in both vessels, though at first they appeared to grow well. Epiphytic forms, such as *Achnanthes*, *Ulvella* and *Chaetopeltis*, on the other hand, continued to thrive.

When the cultures were a month old, many empty diatom frustules and diatoms with considerably contracted chromatophores were found on some of the slides, although other individuals of the same species appeared to be in a healthy condition. The slides also harboured protozoa, with diatoms clearly visible within their bodies. Moreover, the ingested species were those which the counts had shown to be disappearing. It was thus clear that the factor responsible for the disappearance of the algae from the cultures was a biological one due to the feeding of protozoa on the algae (BROOK, 1952). A search was therefore made in the filters beds for protozoa or other algae-eating animals.

Protozoa were first found in February 1948 amongst the epiphytic growth on slides, although not present in collections from the bottom. In March, however, there was a decline in the numbers of certain unattached diatoms (*Nitzschia acicularis* and *N. palea*) in the 'old', as compared with the 'new' beds and many protozoa were found amongst the filamentous growths on the bottom; they appeared in fact to be the principal members of the fauna at this period. It thus seems probable that they were largely responsible for the disappearance of the bottom-living diatoms in March, since most of them contained ingested diatoms.

Towards the end of April the beds harboured other aquatic animals as well as protozoa, namely Rotifers, Crustacea (*Daphnia*, *Cyclops*),

many freshwater shrimps (*Gammarus*) and insect larvae, and a study was therefore made of the feeding habits of these new arrivals. Some of them had been observed during August to October of the previous year, at a time when many algae, particularly filamentous species, disappeared from the 'older' beds. Insect larvae were then found in large numbers on the bottom and on slides placed in the beds. Previous investigators (PERCIVAL and WHITEHEAD, 1929), who have studied the food eaten by aquatic larvae, have found that many feed exclusively on algae and have emphasised the importance of Chironomidae and Ephemeroptera as herbivores. Chironomid larvae were very abundant in the filters from late April to October, while stone-fly larvae (Trichoptera) and mayfly larvae (Ephemeroptera) occurred in appreciable numbers in April and May. From April to October ten individuals of each type of larva were collected each month when present and the gut contents examined for algae. The results, set out in Table 2, show that with the exception of the stone-flies which fed to some extent on detritus, the larvae in the filters ate algae exclusively, feeding largely on filamentous Chlorophyceae and filamentous diatoms.

The graphs in Figs 2a & b show that the disappearance of algae from the oldest beds was most marked from May to October, when insect larvae were most abundant. Moreover, when these graphs are studied in relation to the data tabulated in Table 2 it is seen that the species which disappeared were those which were being eaten by the larvae. Thus, *Fragilaria capucina* was found in considerable amounts in the guts of Chironomid larvae from July to September, *Melosira varians* and *Diatoma vulgare* in August and September, and so on. It may be inferred with some certainty that the insect larvae were chiefly responsible for the disappearance of algae, and especially of the filamentous forms, from the filter beds.

TABLE 2

PRINCIPAL ALGAL FORMS FOUND IN GUT CONTENTS
OF INSECT LARVAE TAKEN FROM FILTER BEDS

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. <i>Trichoptera</i> . | (present only from April to June.) |
| April 7. | Green filamentous algae (unrecognisable), some <i>Navicula</i> sp., <i>Cymbella</i> sp. and considerable detritus. |
| May 5. | Green filamentous algae, <i>Nitzschia acicularis</i> , <i>N. recta</i> , <i>Navicula radiosa</i> , <i>N. pupula</i> , <i>Cymbella</i> sp., and detritus. |

- June 7. Green filamentous algae, *Cosmarium* sp., *Staurastrum* sp. *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *Navicula rhynchocephala*, *Cymbella* sp. and detritus.
2. *Ephemeroptera*. (present only in April and May.)
- April 5. Green filamentous algae, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria capucina*, *Navicula cryptocephala*, *Cymbella* sp., *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *N. recta*, *Pinnularia* sp., *Caloneis silicula*.
- May 10. Green filamentous algae, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria capucina*, *Navicula radiosa*, *N. pupula*, *Pinnularia* sp., *Caloneis silicula*, *Cymbella* sp., *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *N. recta*.
3. *Chironomidae*. *Diatoma elongatum*, *Fragilaria capucina*, *Cymbella* spp.
- April 10. *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia acicularis*, *Synedra rumpens*, *S. ulna*, *Amphora ovalis*.
- May 10. *Diatoma elongatum*, *Fragilaria capucina*, *Diatoma vulgare*, *Cymbella* sp., *Caloneis silicula*, *Pinnularia Brebissonii*, *Navicula pupula*, *Nitzschia acicularis*, *N. recta*, *N. palea*.
- June 10. *Diatoma elongatum*, *Fragilaria capucina*, *Melosira varians*, *Cymbella* sp., *Closterium* sp., *Cosmarium* sp., *Caloneis silicula*, *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *Synedra rumpens*.
- July 10. *Fragilaria capucina*, *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *Cymbella* sp., *Navicula rhynchocephala*, *Cosmarium* sp., *Synedra ulna*, *Achnanthes minutissima*.
- August 10. *Fragilaria capucina*, *Melosira varians*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia acicularis*, *N. linearis*, *Cymbella* sp.
- Sept. 10. *Melosira varians*, *Fragilaria capucina*, *Diatoma vulgare*, some green filaments, *Cymbella* sp., *Navicula rhynchocephala*, *Nitzschia palea*, *N. linearis*, *Achnanthes minutissima*.

5. CONCLUSIONS

The observations on the feeding habits of the fauna of the filter beds throw light on certain problems relating to the successful establishment of algal species in freshwaters, and also seem to have some bearing on their periodocity. FRITSCH (1931), in considering the question of the introduction of an algal species in a body of fresh-

water, states that its successful establishment depends not only on the physical and chemical properties of the water, but also on the time of year. He points out that a slight infection by a few spores or individuals, could probably be successful only if the microscopic fauna were at a minimum. This statement is made with special reference to the plankton, but FRITSCH remarks that it may well be of wider application. This has clearly been demonstrated in this investigation. In a filter bed which, after cleaning, has just been put into operation, and into which algal species have been carried in the feed water from the reservoirs, the microscopic fauna will be absent or at a minimum, so that many of the algae will appear to be establishing themselves successfully. As time passes, the animal population will, however, increase, since more and more will enter the beds with the raw water, some of it will reproduce. The effects of the increase of this largely algs-eating population will become more and more noticeable. Eventually a point will be reached at which the feeding rate of the animals will exceed the rate at which the algae can re-

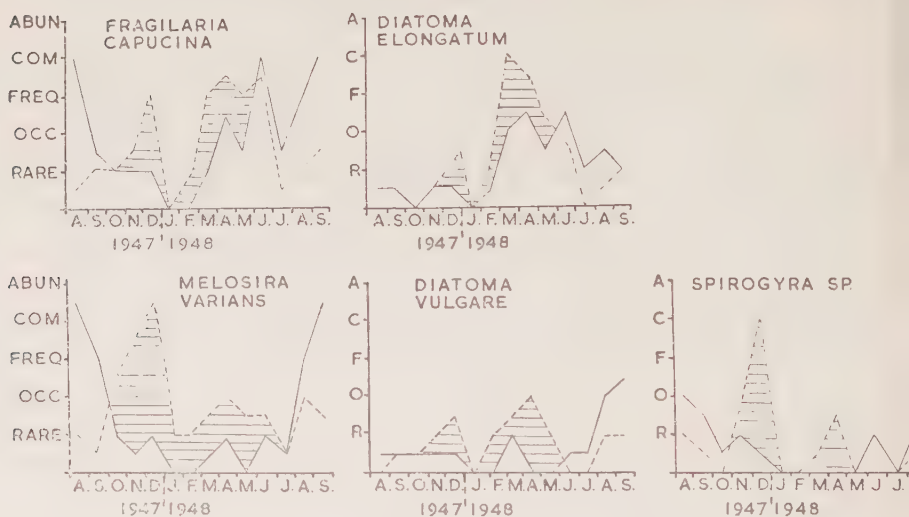


Fig. 4a.

Differences in Abundance of Important Species in "Old" and "New" Beds. Solid lines = new beds; broken lines = old beds. Shaded areas indicate periods when species were establishing themselves.

produce themselves, and as a result the algal population will decline more or less rapidly and certain species may disappear altogether.

If samples had been taken only from the recently cleaned filter beds, or only from those which had been in operation for some consi-

derable time, very different results would have been obtained. This is emphasised by Fig. 4a & b, where two graphs have been constructed for nine of the species present in the beds to show the monthly variations in abundance in the two 'newest' and in the two 'oldest' beds respectively. If there had been no aquatic animals to feed on

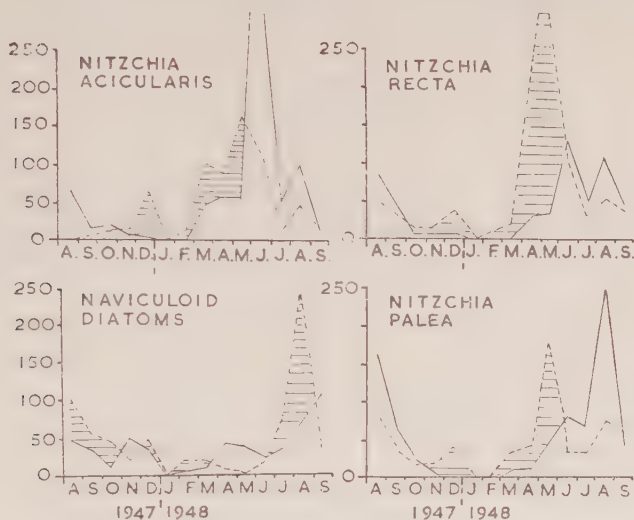


Fig. 4b.

Differences in Abundance of Important Species in "Old" and "New" Beds (continued).

the algae, there should always have been more in the 'old' than in the 'new' beds, and the 'old' would always be above the 'new' graph. For a considerable part of the year, however, this was not so, the quantity of a given species in the 'newer' frequently being greater than in the 'older' beds. In fact it is only from November to April that algae seem able to establish themselves in the 'older' beds. During the rest of the year their numbers are drastically reduced, a reduction which can be correlated with the appearance of the alga-eating fauna.

Some of the earlier investigators dealing with algal periodicity, who have considered only the effects of varying physical and chemical factors when trying to account for it, may in fact have observed changes brought about by the feeding of the aquatic fauna on the algae. HODGETTS (1922), for example, considered only the effects of temperature and sunshine and established that over a period of four years filamentous forms, with the exception of a species of *Oedogonium* attained maximum abundance between March and May,

some having secondary maxima between October and January. HOWLAND (1931) again found that filamentous algae were commonest in the early part of the year, very few surviving after June. It is reasonable to suggest, in view of the observations recorded in this paper, that aquatic animals may, at least in part, have been responsible for the marked decline in abundance of many algal species observed after May in both these investigations.

SUMMARY

1. During 1947—'48 a study was made of the unattached bottom-living algal flora of the slow sand filter beds of the Newcastle and Gateshead Water Waterworks at Whittle Dene, Northumberland, England.
2. Marked differences in the composition of the flora were apparent in beds which had been in operation for different periods of time, many species disappearing from the older beds.
3. Consideration of the factors, which might have been involved, suggests that the differences were largely due to the feeding activities of the aquatic fauna. This was confirmed by examination of the gut-contents of insect-larvae taken from the beds, which showed that those algae which were disappearing had been eaten.
4. These observations are considered in relation to those of other workers on the establishment of algae in freshwaters and on algal periodicity.

This paper is part of a thesis accepted by the University of Durham for the Degree of Doctor of Philosophy. The author thanks Mr. S. G. Barrett and Dr. A. T. Palin of the Newcastle and Gateshead Water Company, and Mr. A. Lishman, foreman at the Whittle Dene Waterworks, for their generous co-operation during the course of these investigations.

REFERENCES

- ASHBY, E. - 1948 - Statistical Ecology, II. — A reassessment. Bot. Review, 14, No. 4.
- BROOK, A. J. - 1952 - Some observations on the feeding of Protozoa on Freshwater Algae. Hydrobiologia 4.
- FRITSCH, F. E. - 1931 - Some aspects of the Ecology of Freshwater Algae Journ. Ecol., 19.
- HODGETTS, W. J. - 1922 - Some of the factors controlling the periodicity of Freshwater Algae. New Phytol. 21.

- HOWLAND, L. - 1931 - A four year investigation of a Hertfordshire Pond.
New Phytol. 30.
- LUND J. W. G. - 1942 - The marginal algae of certain ponds, with special
reference to the bottom deposits. Journ. Ecol., 30.
- PERCIVAL & WHITEHEAD - 1929 - The Fauna of some types of Stream Bed.
Journ. Ecol., 17.
- "STUDENT" - 1907 - On the Error of counting with a Haemocytometer
Biometricka, 5.

LIST OF BOTTOM-LIVING ALGAE FOUND IN THE FILTERS

I. CHLOROPHYCEAE.

Chlorococcales.

- Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.

Conjugales.

- Zygnema* sp.
Spirogyra spp. (three species).
Mougeotia sp.
Closterium peracerosum Gay.
Closterium lanceolatum Kütz.
Cosmarium granatum Bréb. var. *subgranatum* Nordst.
Cosmarium reniforme (Ralfs) Arch.

II. BACILLARIALES.

Centrales

- Melosira varians* C. A. Ag.

Pennales

- Diatoma vulgare* Bory. var. *capitulata* Grun.
Diatoma vulgare Bory. var. *brevis* Grun.
Diatoma elongatum Ag.
Meridion circulare Ag.
Fragilaria crotonensis Kitton.
Fragilaria capucina Desm.
Fragilaria capucina Desm. var. *melosepta* (Rabh.) Grun.
Fragilaria Harrisonii W. Smith
Fragilaria Vaucheriae (Kütz.) Boye Petersen
Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun.
Frustulia vulgaris Thw.
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabh.
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh.

Caloneis silicula (Ehr.) Cl.
Caloneis silicula (Ehr.) Cl. var. *truncatula* Grun.
Caloneis silicula (Ehr.) Cl. var. *tumida* Hust.
Caloneis Schumanniana (Grun.) Cl.
Neidium affine (Ehr.) Cl. var. *amphirhyncus* (Ehr.) Cl.
Neidium iridis (Ehr.) Cl. fo. *vernalis* Reichelt.
Navicula bacillum Ehr.
Navicula pupula Kütz. var. *rectangularis* (Greg.) Grun.
Navicula pupula Kütz. var. *capitata* Hust.
Navicula cryptocephala Kütz.
Navicula cryptocephala Kütz. var. *intermedia* Grun.
Navicula rhynchocephala Kütz.
Navicula viridula Kütz.
Navicula radiosa Kütz.
Navicula peregrina (Ehr.) Kütz.
Navicula gracilis Ehr.
Navicula digitoradiata (Greg.) A. Schmidt.
Navicula dicephala (Ehr.) W. Sm.
Navicula anglica Ralfs.
Navicula lanceolata (Ag.) Kütz.
Navicula hasta Pantocsek.
Navicula oblonga Kütz. var. *subcapitata* Pantocsek.
Pinnularia divergens W. Sm. var. *undulata* Hér-
 baud & Peragallo
Pinnularia Debesi Hust.
Pinnularia viridis (Nitzsch.) Ehr. var. *fallax* Cl.
Pinnularia microstauron (Ehr.) Cl., var. *Brebbissonii*
 (Kütz.) Hust.
Pinnularia microstauron, fo. *diminuta* Grun.
Cymbella delicatula Kütz.
Cymbella turgida (Greg.) Cl.
Cymbella ventricosa Kütz.
Cymbella subaequalis Grun. et Van Heurck
Cymbella lanceolata (Ehr.) Van Heurck
Nitzschia apiculata (Greg.) Grun.
Nitzschia dubia W. Smith
Nitzschia linearis W. Smith
Nitzschia recta Hantzsch
Nitzschia dissipata (Kütz.) Grun.
Nitzschia acuta Hantzsch
Nitzschia microcephala Grun.
Nitzschia fonticola Grun.
Nitzschia palea (Kütz.) W. Smith.
Nitzschia gracilis Hantzsch

Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Smith
Nitzschia vermicularis (Kütz.) Grun.
Nitzschia acicularis W. Smith
Cymatopleura solea (Bréb.) W. Smith
Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Smith, var. *hibernica* (W. Smith) Hust.
Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Smith, var. *nobilis* (Hantzsch) Hust.
Surirella angustata Kütz.
Surirella robusta Ehr., var. *splendida* (Ehr.) Van Heurck
Surirella ovalis Bréb.
Surirella ovata Kütz.
Surirella ovata Kütz., var. *salina* (W. Smith)

III. MYXOPHYCEAE.

Synechococcus aeruginosus Naeg.
Merismopedia glauca (Ehr.) Naeg.

The non-sheathed Oscillatoriaceae of Northern Florida¹⁾

C. S. NIELSEN

A considerable number of collections of algae has been made from upper peninsular and northern Florida since 1945. The large number of specimens now available constitutes the basis of the present study. The papers of Francis Wolle describe the collections made by J. Donnell Smith in the years 1878—1880, chiefly in the Gainesville area. These specimens have been reexamined and are cited by Drouet (1939). Brannon (1945, 1952) lists the blue-greens found in two sinks near Gainesville; later this list was augmented by more extensive collecting in the upper peninsula. Nielsen & Madsen (1948a, b) collected chiefly in extreme northern and western counties. Crowson (1950) lists the algae of a formerly brackish lake in the St. Marks Wild Life Refuge. Madsen & Nielsen (1950) added to their two previous check lists as the result of intensive collecting with Dr. Francis Drouet of the Chicago Natural History Museum in 1949, chiefly in those counties bordering the Gulf of Mexico. The determinations of all of these earlier and later collections have been either made or checked by Drouet except where noted.

The following abbreviations are used to designate the locations of specimens cited: C, cryptogamic herbarium of the Chicago Natural History Museum; D, personal herbarium of Francis Drouet; F, herbarium of the Florida State University; N, United States National Herbarium, Washington, D.C.; P, University of Pennsylvania herbarium; and U, herbarium of the University of Florida.

The Oscillatoriaceae are distinguished from other families of the blue-green algae by their filamentous form, and lack of heterocysts and resting cells of any type. The genera *Oscillatoria*, *Spirulina*, and *Arthrospira* which lack sheaths constitute the subject of this paper.

- | | | |
|-----|---|---------------------|
| A. | Trichomes not permanently nor rigidly
spiraled | <i>Oscillatoria</i> |
| AA. | Trichomes rigidly spiraled | B |
| B. | Cross-walls apparent | <i>Arthrospira</i> |
| BB. | Cross-walls not apparent | <i>Spirulina</i> |

¹⁾ Contribution number 53, Botanical Laboratory, Florida State University.

OSCILLATORIA

A.	Cells quadrate or longer than wide	B
AA.	Cells shorter than wide	F
B.	Trichome or apical cell not tapering	C
BB.	Trichome or apical cell tapering	D
C.	Trichome 2—3 mic. in diameter	<i>amphibia</i>
CC.	Trichome 3.5—4 mic. in diameter	<i>chlorina</i>
CCC.	Trichome 2.3—4 mic. in diameter	<i>geminata</i>
D.	Trichome capitate	E
DD.	Trichome non-capitate, diameter 2.2—4 mic.	<i>Willei</i>
DDD.	Trichome non-capitate, diameter 4.7—6.5 mic.	<i>subuliformis</i>
E.	Apical cell with calyptra	<i>amoena</i>
EE.	Calyptra none	<i>splendida</i>
F.	Calyptra present	G
FF.	Calyptra absent	H
G.	Trichome diameter 4—6 mic.	<i>Agardhii</i>
GG.	Trichome diameter 6—8 mic.	<i>rubescens</i>
GGG.	Trichome diameter 10—20 mic.	<i>sancta</i>
GGGG.	Trichome diam. 17—28 mic. (marine) ..	<i>margaritifera</i>
H.	Apex not capitate	I
HH.	Apex somewhat or distinctly capitate	R
I.	Trichome diameter 18 mic. or more	J
II.	Trichome diameter less than 18 mic.	K
J.	Marine	<i>Bonnemaisonii</i>
JJ.	Fresh water	<i>limosa</i>
K.	Trichome constricted or slightly at cross-walls	L
KK.	Trichome not constricted at cross-walls	P
L.	Trichome gradually tapering	M
LL.	Trichome briefly tapering	N
LLL.	Trichome not tapering	O
M.	Granular cross-walls	<i>ornata</i>
MM.	Non-granular cross-walls	<i>chalybea</i>
	twisted into loose spirals	<i>chalybea</i> var. <i>anguina</i>
	trichome straight	<i>chalybea</i> var. <i>genuina</i>
N.	Apical cell uncinatè	<i>formosa</i>
NN.	Apical cell rounded	<i>laetivirens</i> ..
O.	Trichome diameter 4—6 mic. ..	<i>tenuis</i> var. <i>tergestina</i>
OO.	Trichome diameter 6—10 mic.	<i>tenuis</i> var. <i>natans</i>
P.	Trichome diameter 2.8—3.2 mic.	<i>articulata</i>
PP.	Trichome diameter 4—6.5 mic.	<i>brevis</i>
	diameter 5—6.5 mic. <i>brevis</i> var. <i>neapolitana</i>	
PPP.	Trichome diameter 10—20 mic.	Q

Q.	Trichome straight	<i>limosa</i>
QQ.	Trichome straight below, above curved or twisted in loose spiral	<i>curviceps</i>
R.	Trichome 6—11 mic. in diameter	S
RR.	Trichome 12—60 mic. in diameter	U
S.	Cells 1.5—2.5 mic. in length	<i>anguina</i>
SS.	Cells 2.7—5 mic. in length	T
T.	Transverse walls granular	<i>nigro-viridis</i>
TT.	Transverse walls not granular	<i>Corallinae</i>
U.	Trichomes 12—15 mic. in diameter	<i>proboscidea</i>
UU.	Trichomes 16—60 mic. in diameter	<i>princeps</i>

Oscillatoria Agardhii Gomont. Monogr. Oscill. p. 225 (1893).

Alachua county: Gainesville, BRANNON 69, 13 June 1942 (C, U); 75, 24 June 1942 (C); Palm Terrace, Sink II, 76, June 1942 (U); 203, 5 Sept. 1943 (C); BRANNON, 30 June 1942 (C).

Plant-mass commonly floating, in fresh water, blue-green; trichome straight entire length, gradually tapering to apex, not constricted at non-granular cross-walls; apex capitate; apical cell truncate with convex calyptra; diameter 4—6 mic.; cells 2.5—3.5 mic. long; protoplasm granular, blue-green.

These specimens, collected by M. A. Brannon (1945, 1952), measure about 5 mic. and are found with *Aphanizomenon ovalisporum* Forti, *Oscillatoria amphibia* Gom., *Lyngbya Taylorii* Drouet & Strickland, and *L. aestuarii* Gom.

Oscillatoria amoena Gomont. Monogr. Oscill. p. 245, pl. 7, f. 9 (1893).

Alachua county: from Gainesville, BRANNON 1, Lake Alice, May 1940 (U), 21 Oct. 1941 (C), 293, Sulphur Springs, 15 Mar. 1945 (C), 1947 (C). Franklin county: MADSEN 1020, 1022, Wilson's Beach, Alligator Harbor, 28 Mar. 1949 (C, F). Wakulla county: JACKSON, sulphur springs at Newport, 11 Nov. 1950 (C, F.)

Plant-mass blue-green; trichome straight, elongate, very slightly constricted at granular cross-walls; diameter 2.5—5 mic.; apex gradually tapering, capitate with cone-shaped calyptra; cells 2.5—4.2 mic. long.

These specimens measured about 5 mic., the maximum for the original description, and were frequently found with *Oscillatoria chalybea* Gom., *Phormidium tenue* Gom., *Plectonema Nostocorum* Gom., *Fremyella diplosiphon* (Born. & Flah.) Dr. This species was reported by Madsen & Nielsen (1950), and by Brannon (1952).

Oscillatoria amphibia Gomont. Monogr. Oscill. p. 241, pl. 7, f. 4—5 (1893).

Alachua county: Gainesville, BRANNON 75, 24 June 1942 (C, U),

Sugar Creek Hill, 90, May 1942 (U), 30 June 1942 (C). Hernando county: BRANNON, 23 Oct. 1948 (C). Levy county: tide pool, Cedar Keys, DROUET & NIELSEN 11156, 22 Jan. 1949 (C, F). Palm Beach county: Lake Worth, Palm Beach, DROUET & LOUDERBACK 10218, 24 Dec. 1948 (C, F). Pinellas county: Clearwater, CROWSON 463, 19 Sept. 1948 (C, F). Wakulla county: St. Marks Wildlife Refuge, NIELSEN & MADSEN 671, 7 Nov. 1948 (C, F).

Plant-mass blue-green, thin; both fresh water and marine form; trichome not tapering nor constricted at non-granular cross-walls which are marked by two large granules; apical cell rounded, non-calyptate; diameter 2—3 mic.; cells 4—8.5 mic. long; protoplasm pale green.

These specimens measured about 2.2 mic. in diameter and were about 5 mic. long; they were commonly found with *Oscillatoria Agardhii* Gom., *O. nigro-viridis* Gom., *O. margaritifera* Gom., and *O. chalybea* Gom. This species is very similar to the hormogonial stages of *Microcoleus tenerimus* Gom. with which it may be confused. *O. amphibia* Gomont was reported for the state by Nielsen & Madsen (1948b), and by Brannon (1952).

Oscillatoria anguina Gomont. Monogr. Oscill. p. 234, pl. 6, f. 16 (1893).

Alachua county: Gainesville, Bivens Arm, BRANNON 94, Aug. 1942 (U), Sink II, 109, 6 Oct. 1942 (C, U), Hawthorne Road, 374, 23 July 1948 (C), Hawthorne Road, 20 August 1948 (C), Hibiscus Park, 23 August 1948 (C). Bay county: lagoon 15 miles northwest of Port St. Joe, A. H. JOHNSTON 1519, 13 August 1949 (C, F). Citrus county: Hernando, BRANNON, 9 Dec. 1942 (C).

Plant-mass often forms submerged films, blackish-green; in fresh water; trichome straight below, spiraled above, and gradually tapering; apical cell obtusely capitate with thickened outer membrane; diameter 6—8 mic.; cells one-third to one-sixth long as wide; granular cross-walls with no constrictions; inflated refringent cells common; often found with *Oscillatoria tenuis* Gom. and *Plectonema Nostocorum* Gom. *Oscillatoria anguina* Gomont was reported for the state by Brannon (1945, 1952).

Oscillatoria articulata Gardner. Mem. N.Y. Bot. Gard. 7: 34, pl. 7, f. 64 (1927).

Oscillatoria Grunowiana var. *articulata* (Gardn.) Drouet. Amer. Jour. Bot. 24: 608 (1937).

Alachua county: fish aquarium, University of Florida, Gainesville, H. E. BRANTLEY 74, June 1942 (U). Wakulla county: Newport, DROUET & CROWSON 11359, 25 Jan. 1949 (C, F).

Plant-mass blue-green; trichome not tapering, non-capitate, non-calyptrate, but with thickened outer membrane; diameter 2.8—3.2 mic.; cells from quadrate to one-third long as wide, non-constricted at thickened cross-walls which are very conspicuous and give the trichome the appearance of being jointed. The species was reported by Madsen & Nielsen (1950) and by Brannon (1952). *Oscillatoria Bonnemaisonii* Gomont. Monogr. Oscill. p. 235, pl. 6, f. 17—18 (1893).

Palm Beach county: Jupiter Inlet, MARSHALL A. HOWE 1367, Oct. 1902 (D), 1283, 14 Oct. 1902 (D), 1382, 19 Oct. 1902 (D). Taylor county: Steinhatchee, DROUET & NIELSEN 11242, 23 Jan. 1949 (C, F).

Marine; trichome elongate in spirals, not tapering, non-capitate, non-calyptrate, constricted somewhat at non-granular cross-walls; apical cell with convex wall; diameter 18—36 mic.; cells 3—6 mic. in length; protoplasm granular.

The species occurs with *Oscillatoria laetevirens* Gom. and *O. margaritifera* Gom., and has been reported by Madsen & Nielsen (1950).

Oscillatoria brevis Gomont. Monogr. Oscill. p. 249, pl. 7, f. 14—15 (1893).

Levy county: intertidal at Cedar Key, DROUET & NIELSEN 11134, 22 Jan. 1949 (C, F). Taylor county: Keaton's Beach, MADSEN 1083, 23 April 1949 (C, F). Wakulla county: mud bank, St. Marks river, DROUET & NIELSEN 10823, 13 Jan. 1949 (C, F).

Plant-mass olive-green; trichome straight, briefly tapering, not constricted at non-granular cross-walls; diameter 4—5 mic.; apex usually uncinat, non-capitate with enlarged apical cell, non-calyptrate; cells one-third to one-half long as wide; protoplasm finely granular, blue-green.

Specimens consistently measured 4, 4.5, and 5 mic. diameter, and 1.5—2 mic. long, and were found with *Oscillatoria margaritifera* Gom. and *Phormidium autumnale* Gom. The species has been reported by Madsen & Nielsen (1950).

The collections referred to as *Phormidium julianum* in Wolle, Bull. Torr. Club 6: 283 (1879) were collected by Capt. John Donnell Smith in Florida during March 1878. They have been redetermined as *Oscillatoria brevis* Gom. by Drouet subsequent to his publication, Francis Wolle's Filamentous Myxophyceae, Bot. Ser. Field Museum 20, No. 2: 55 (1939).

Oscillatoria brevis var. *neapolitana* Gomont. Monogr. Oscill. p. 249 (1893).

Okaloosa county: Fort Walton, DROUET & NIELSEN 10653, 9 Jan. 1949 (C, F). Taylor county: tidal zone, Steinhatchee river, DROUET & NIELSEN 11232, 11233, 23 Jan. 1949 (C, F.)

Usually brackish or marine; trichome 5—6.5 mic. in diameter. It has been found with *Oscillatoria sancta* Gom., *Microcoleus chthonoplastes* Gom., and *Nodularia Harveyana* Born. & Flah. This variety was reported by Madsen & Nielsen (1950).

Oscillatoria chalybea Gomont. Monogr. Oscill. p. 252, pl. 7, f. 19 (1893).

Florida: SMITH, 1878 (D). Alachua county: BRANNON 293, 15 Mar. 1945 (C). Leon county: Little Natural Bridge, NIELSEN 142, June 1948 (C, F). Okaloosa county: on wet sand, Fort Walton, DROUET & NIELSEN 10655, (C, F). Pinellas county: Clearwater, CROWSON 463, 470, 19 Oct. 1948 (C, F). Wakulla county: sulphur springs, Newport, NIELSEN 183, 185, July 1948 (C, F); DROUET & CROWSON 11345, 11346, 11348, 11359, 25 Jan. 1949 (C, F); NIELSEN, 15 Oct. 1950 (C, F); A. H. JOHNSTON 81, 11 Nov. 1950 (C, F).

Plant-mass dark blue-green; trichome twisted in loose spirals toward apex, gradually tapering, may be slightly constricted at non-granular cross-walls; apical cell obtuse, non-capitate, non-calyptrate; diameter 8—13 mic.; cells 3.6—8 mic. long; protoplasm granular, dark blue-green.

Average diameter of the specimens was 8.5 mic.; the forms were frequently found with *Oscillatoria amoena* Gom., *O. articulata* Gardn., *O. formosa* Gom., *Spirulina major* Gom., and *Phormidium tenue* Gom.

Drouet (1939) reports this species from Florida, but listed by Wolle as *Oscillaria rufa* and *O. limosa*. The specimens were collected by Smith in 1878, and are in the herbarium of the University of Pennsylvania. It has also been reported by NIELSEN & MADSEN (1948a).

Oscillatoria chalybea var. *anguina* Gomont. Monogr. Oscill. p. 253 (1893).

Wakulla county: sulphur springs, Newport, DROUET, CROWSON & NIELSEN 11324, 25 Jan. 1949 (C, F).

The variety *anguina* is distinguished from *genuina* by the twisting of the trichomes into loose spirals; *genuina* is characterized by straight trichomes, with apex rarely spiraled, hooked or curved.

Oscillatoria chlorina Gomont. Monogr. Oscill. p. 243 (1893).

Alachua county: Sink II, Hibiscus Park, Gainesville, BRANNON 110, Oct. 1942 (C, U). Wakulla county: sulphur spring, Newport, NIELSEN, 2 May 1948 (C).

Plant-mass yellow green, thin; trichome not tapering, not constricted at non-granular cross-walls; cells 3.5—4 mic. in diameter; apical cell rotund, calyptra absent; cells 3.7—8 mic. in length; protoplasm greenish-yellow; upon drying the trichomes bright yellow in color.

The species was reported by Nielsen & Madsen (1948a) and by Brannon (1945, 1952).

Oscillatoria Corallinae Gomont. Monogr. Oscill. 238, pl. 6, f. 21 (1893).

Florida: SMITH, 1878 (P). Gulf county: intertidal, north of Port St. Joe, DROUET & NIELSEN 10938, 15 Jan. 1949 (C, F). Hernando county: on *Gracilaria* sp., Battery Point, BRANNON 556, Oct. 1948 (C, U). Okaloosa county: intertidal, Fort Walton, DROUET & NIELSEN 10650, 9 Jan. 1949 (C, F). Taylor county: intertidal, Steinhatchee river, DROUET & NIELSEN 11220, 11240, 23 Jan. 1949 (C, F).

Marine; epiphytic, long gradually curved, constricted at non-granular cross-walls; apex slightly tapering; apical cell somewhat capitate with convex slightly thickened wall; diameter 6—10 mic.; cells 2.7—4 mic. long. Measurements of these specimens ranged from 7—10 mic. diameter and 2.5—3 mic. cell length. They may be found with *Oscillatoria subuliformis* Gom.

Drouet (1939) lists the species as collected by Smith in Florida in 1878, and identified by Wolle as *Oscillatoria anguina*. It has also been reported by Madsen & Nielsen (1950) and by Brannon (1952).

Oscillatoria curviceps Gomont. Monogr. Oscill. p. 233, pl. 6, f. 14 (1893).

Hernando county: Gulf of Mexico, BRANNON 575, Oct. 1948 (C, U). Leon county: Crane Lake, NIELSEN & MADSEN 10, 22. Mar. 1948 (C, F). Wakulla county: cypress swamp, east of Bethel, DROUET & MADSEN 11561, 11563, 27 Jan. 1949 (C, F).

Plant-mass blue-green, in fresh water; trichome elongate, curved or spiraled above, scarcely tapering toward apex, non-capitate, non-calyptate, not constricted at cross-walls; diameter 10—17 mic.; cells 3.5 mic. in length; protoplasm granular. The specimens cited measured about 13.6 mic. It has been reported by Nielsen & Madsen (1948a) and by Brannon (1952).

Oscillatoria formosa Gomont. Monogr. Oscill. p. 250, pl. 7, f. 16 (1893).

Leon county: Florida State University campus, NIELSEN 127, June 1948 (C, F). Wakulla county: Little Natural Bridge, NIELSEN & MADSEN 546, 30 Oct. 1948 (C, F); sulphur springs, Newport, DROUET & CROWSON 11346, 25 Jan. 1949 (C, F).

Plant-mass dark blue-green; trichome straight, elongate, flexuous, briefly tapering; apex with enlarged apical cell, non-capitate, non-calyptrate, uncinata; granular cross-walls always constricted toward apex; diameter 4—6 mic.; cells 2.5—5 mic. long; protoplasm finely granular, blue-green.

These specimens averaged about 5 mic. in diameter. The species was reported by Nielsen & Madsen (1948a).

Oscillatoria geminata Gomont. Monogr. Oscill. p. 242, pl. 7, f. 6 (1893).

Marion county: Orange Lake, DROUET, BRANNON & MCKAY 11034, 19 Jan. 1949 (C, F, U).

Plant-mass yellow green, in fresh water; trichome curved and markedly constricted at non-granular cross-walls; diameter 2.3—4 mic.; apex non-tapering, non-capitate, non-calyptrate; apical cell rotund; cells 2.3—16 mic. long. The species was reported by Brannon (1952).

Oscillatoria laetivirens Gomont. Monogr. Oscill. p. 246, pl. 7, f. 11 (1893).

Palm Beach county: Palm Beach, DROUET & LOUDERBACK 10221, 24 Dec. 1948 (C, F). Taylor county: intertidal, Steinhatchee river, DROUET & NIELSEN 11242, 23 Jan. 1949 (C, F). Wakulla county: Phillip's Pool, Port Leon, JACKSON, 11 Nov. 1950 (C, F).

Plant-mass bright blue-green; trichome straight, slightly constricted at granular cross-walls, briefly tapering; apex with enlarged apical cell, not capitate, not calyptrate; diameter 3—5 mic.; cells 2.5—5 mic. long; protoplasm uniformly granular, yellowish green.

Specimens are commonly found with *Oscillatoria Bonnemaisonii* Gom., *O. margaritifera* Gom., *O. nigro-viridis* Gom., and *Lynghya aestuarii* Gom. The species was reported for the state by Madsen & Nielsen (1950).

Oscillatoria limosa Gomont. Monogr. Oscill. 230, pl. 6, f. 13 (1893).

Alachua county: Bivens Arm, Gainesville, BRANNON 65, June 1942 (C, F). Jackson county: Merritt's Mill Pond, Blue Springs, NIELSEN, 23 Oct. 1950 (C, F). Leon county: Little Natural Bridge, NIELSEN, MADSEN & CROWSON 140, June 1948 (C, F). Orange county: Orlando, BRANNON 342, 31 May 1948 (C). Wakulla county: Wakulla Springs, DROUET, MADSEN & CROWSON 11469, 11503, 11516, 11579, 27 Jan. 1949 (C, F); Wakulla river, Riverside, DROUET, MADSEN & CROWSON 11518, 27 Jan. 1949 (C, F); Wakulla Springs, MADSEN & PATES 1515, 27 July 1949 (C, F).

Plant-mass dark blue-green; in fresh water; trichome straight,

not at all or scarcely tapering, non-capitate, non-constricted at cross-walls which are commonly granular; apical cell rotund with thickened outer membrane, but no calyptra; diameter 11—20 mic.; cells 2—5 mic. long; protoplasm blue-green.

The average diameter measurement of these specimens was 15.3 mic. The species, reported for the state by Nielsen & Madsen (1948a) and by Brannon (1952), is found commonly with *Oscillatoria tenuis* Gom. and *Spirulina major* Gom.

Oscillatoria margaritifera Gomont. Monogr. Oscill. p. 236, pl. 6, f. 19 (1893).

Bay county: Panama City, DROUET & NIELSEN 10912, 15 Jan. 1949 (C, F). Levy county: Cedar Keys, DROUET & NIELSEN 11156, 22 Jan. 1949 (C, F). Taylor county: intertidal, Steinhatchee, DROUET & NIELSEN 11242, 23 Jan. 1949 (C, F); Keaton's Beach, MADSEN & PATES 1083, 23 April 1949 (C, F).

Plant-mass black; marine and brackish; trichome constricted at joints, curved gradually from end, slightly tapering; diameter 17—29 mic.; apex rotund, capitate with conspicuous convex calyptra; cross-walls granular; cells 3—6 mic. long; protoplasm finely granular, olive-green.

These specimens averaged about 18.5 mic. in diameter, and were about 3.2 mic. long; they were commonly found with *Oscillatoria amphibia* Gom., *O. Bonnemaisonii* Gom., *O. brevis* Gom., *O. laetevirens* Gom., and *O. nigro-viridis* Gom. The species was reported by Madsen & Nielsen (1950).

Oscillatoria nigro-viridis Gomont. Monogr. Oscill. p. 237, pl. 6, f. 20 (1893).

Broward county: Dania Beach, DROUET & LOUDERBACK 10274a, 28 Dec. 1948 (C, F). Franklin county: intertidal, Lanark, DROUET & NIELSEN 10849, 14 Jan. 1949 (C, F); intertidal, St. Vincent Sound, DROUET & NIELSEN 10982a, 16 Jan. 1949 (C, F). Hernando county: Salt Springs, BRANNON 551, Oct. 1948 (C, U). Levy county: intertidal, Cedar Key, DROUET & NIELSEN 11106, 11117, 11134, 22 Jan. 1949 (C, F); tide pool, Way Key, DROUET & NIELSEN 11156, 22 Jan. 1949 (C, F); causeway, Way Key, DROUET & NIELSEN 11179, 22 Jan. 1949 (C, F). Palm Beach county: Palm Beach, DROUET & LOUDERBACK 10221, 24 Dec. 1948 (C, F). Wakulla county: intertidal on mudflats, mouth of St. Marks river, DROUET & MADSEN 11746, 11770, 1 Feb. 1949 (C, F); intertidal on stone jetty, mouth of St. Marks river, DROUET & MADSEN 11763, 1 Feb. 1949 (C, F); on tidal sandflat, mouth of St. Marks river, DROUET & MADSEN 11774, 1 Feb. 1949.

Plant-mass dark olive-green to black; marine and brackish; trichome elongate, straight, but curved gradually from end, constricted at joints; apex tapering; diameter 7—11 mic.; apical cell subcapitate, rotund with slightly thickened membrane; cells 3—5 mic. long; cross-walls granular; protoplasm olive-green.

These specimens ranged from 9—11.2 mic. in diameter, and were commonly associated with *Oscillatoria amphibia* Gom., *O. brevis* Gom., and *O. margaritifera* Gom. The species has been reported by Madsen & Nielsen (1950) and by Brannon (1952).

Oscillatoria ornata Gomont. Monogr. Oscill. p. 234, pl. 6, f. 15 (1893).

Alachua county: Rattlesnake creek, Gainesville, BRANNON 196, August 1943 (C, U).

Plant-mass dark green to black; in fresh water; trichome straight below, spiral above, slightly and gradually tapering, non-capitate; diameter 9—11 mic.; cells 2—5 mic. long; apical cell convex, calyptra absent; slightly constricted at granular cross-walls. The species was reported by Brannon (1952).

Oscillatoria princeps Gomont. Monogr. Oscill. p. 226, pl. 6, f. 9 (1893).

Florida: J. DONNELL SMITH, Feb. 1878 (N), March 1878 (C, N, P). Alachua county: Hibiscus Park, Sink I, Gainesville, BRANNON, 9 Sept. 1941 (U); BRANNON 110, Sept. 1942 (C, U); BRANNON 386, 30 Oct. 1946 (C). Bay county: Gulf Beach, MADSEN & PATES 1946, 11 Sept. 1949 (C, F); Laguna Beach, MADSEN & PATES 1945, 11 Sept. 1949 (C, F). Calhoun county: Apalachicola river at Aspalaga, NIELSEN 3012, 15 Apr. 1950 (C, F). Gadsden county: Chattahoochee, NIELSEN & MADSEN 294, 31 Aug. 1948 (C, F). Jackson county: 7 miles east of Marianna, NIELSEN & MADSEN 304, 306, 31 August 1948 (C, F). Lee county: RUTH PATRICK 22, 31 Dec. 1937 (D). Leon county: Six-mile pond, NIELSEN & MADSEN 599, 30 Oct. 1948 (C, F); DROUET & CROWSON 11403, 11405, 25 Jan. 1949 (C, F). Liberty county: Bristol, NIELSEN & MADSEN 436, Aug. 1948 (C, F). Manatee county: Palma Sola Park, MRS. W. G. SNYDER, 1945 (C). Palm Beach county: Palm Beach, DROUET & LOUDERBACK 10254, 26 Dec. 1948 (C, F). Wakulla county: St. Marks Wild Life Refuge, NIELSEN & MADSEN 117, 118, June 1948 (C, F); sulphur springs, Newport, DROUET & CROWSON 11328, 11373, 25 Jan. 1949 (C, F); NIELSEN, 15 Oct. 1950 (C, F); Wakulla river, DROUET & MADSEN 11515, 11516, 11517, 11518, 11523, 11528, 27 Jan. 1949 (C, F).

Plant-mass dark green to black; in fresh water, often in small floating masses; trichome straight, rigid, not constricted at non-

granular cross-walls; diameter 16—60 mic.; apex slightly attenuate; cell length one-fourth to one-tenth width; capitate or subcapitate; apical cell convex; calyptra absent.

These specimens measured from 48 to 57 mic. in diameter, with a cell length of 3 mic. They were commonly found with *Oscillatoria limosa* Gom., *O. tenuis* Gom., *O. Willei* Gardn., and *Phormidium tenue* Gom. DROUET (1939) lists the Wolle specimens of *O. princeps* collected by Smith in Florida in 1878. The species has also been reported for the state by Brannon (1945), Nielsen & Madsen (1948a), and Crowson (1950).

Oscillatoria proboscidea Gomont. Monogr. Oscill. p. 229, pl. 6, f. 10—11 (1893).

Alachua county: Hibiscus Park, Sink I, Gainesville, BRANNON 129, Nov. 1942 (C, U); BRANNON 267, 17 Aug. 1944 (C). Levy county: BRANNON 238, 2 June 1944 (C, U). Liberty county: Apalachicola river flood plain, Bristol, NIELSEN & MADSEN 431, Aug. 1948 (C, F). Pinellas county: waterfall, Bellaire, CROWSON 466, 19 Sept. 1948 (C, F).

Plant-mass dark green; in fresh water; trichome straight or slightly flexuous, not constricted at conspicuous, non-granular cross-walls; diameter 12—15 mic.; apex briefly tapering and capitate; cell length one-third to one-sixth width, usually 2—4 mic.; apical cell convex with slightly thickened membrane; protoplasm finely granular.

These specimens commonly measured 14—15 mic. and were found with *Oscillatoria tenuis* Gom. The species has been reported by Nielsen & Madsen (1948b) and by Brannon (1952).

Oscillatoria rubescens Gomont. Monogr. Oscill. 224, pl. 6, f. 6—7 (1893).

Alachua county: Hawthorne Road, Gainesville, BRANNON 352, 23 July 1948 (C, U). Citrus county: fresh water pool, Hernando, BRANNON 91, Aug. 1942 (C, U). Marion county: BRANNON 177, 10 June 1943 (C).

Trichome tapering toward apex, apical cell capitate with calyptra; diameter 6—8 mic.; cells 2—4 mic. long; not constricted at granular cross-walls. The species with *Lyngbya Diguetii* Gom. It has been reported by Brannon (1952).

Oscillatoria sancta Gomont. Monogr. Oscill. 229, pl. 6, f. 12 (1893).

Okaloosa county: Santa Rosa sound, DROUET, NIELSEN & MADSEN 10653, 9 Jan. 1949 (C, F). Wakulla county: St. Marks river, DROUET, MADSEN & CROWSON 10814, 13 Jan. 1949 (C, F); Wakulla Springs, DROUET & MADSEN 11487, 27 Jan. 1949 (C, F).

Plant-mass dark grayish-green, becoming violet upon drying; trichome elongate, constricted at coarsely granular cross-walls; apex briefly tapering, somewhat capitate; apical cell with conspicuous calyptra; trichome diameter 10—20 mic.; cells 2.5—6 mic. long; protoplasm granular, olive-green

These forms measured 10—13.6 mic. in diameter, and averaged about 3.5 mic. long. Many were found occurring with *Oscillatoria brevis* var. *neapolitana* Gom. The species has been reported for the state by Madsen & Nielsen (1950).

Oscillatoria splendida Gomont. Monogr. Oscill. p. 244, pl. 7, f. 7—8 (1893).

Alachua county: Rattlesnake creek, Gainesville, BRANNON 194, 200, 213, Aug. 1943 (C, U); BRANNON 3766, 4 Sept. 1946 (C); Gainesville, BRANNON 386, 30 Oct. 1946 (C); Sink II, Gainesville, BRANNON 547, 21 Oct. 1948 (C, U). Gadsden county: 19 miles west of Tallahassee, NIELSEN & MADSEN 800, 22 Jan. 1949 (C, F); Glen Julia, A. H. JOHNSTON 7, 14 Jan. 1951 (C, F). Hernando county: BRANNON 550, 23 Oct. 1948 (C). Jackson county: south of Marianna, NIELSEN & MADSEN 348, 31 Aug. 1948 (C, F); 7 miles east of Marianna, NIELSEN & MADSEN 305, 31 Aug. 1948 (C, F). Leon county: Meridian Road, Tallahassee, NIELSEN & MADSEN 647, 31 Oct. 1948 (C, F). Wakulla county: sulphur springs, Newport, NIELSEN & MADSEN 243, 258, Aug. 1948 (C, F); Natural Bridge, NIELSEN & MADSEN 579, 30 Oct. 1948 (C, F); St. Marks Wild Life Refuge, DROUET & MADSEN 823, 14 Jan. 1949 (C, F).

Plant-mass blue-green; trichome elongate, gradually tapering for a long distance, capitate; calyptra absent; diameter 2—3 mic.; cells longer than wide, up to four times width; cross-walls not constricted, granular; protoplasm homogeneous, blue-green.

Specimens cited averaged about 2—2.2 mic. in diameter, and were about 5 mic. long. They were found with *Oscillatoria princeps* Gom., *O. tenuis* var. *natans* Gom., and *O. Willei* Gardn. The species has been reported for the state by Nielsen & Madsen (1948a), Crowson (1950), and Brannon (1952).

Oscillatoria subuliformis Gomont. Monogr. Oscill. 246, pl. 7, f. 10 (1893).

Hernando county: on *Juncus*, Gulf of Mexico, BRANNON 564, Oct. 1948 (C, U). Okaloosa county: Santa Rosa sound, DROUET & NIELSEN 10650, 9 Jan. 1949 (C, F). Palm Beach county: Palm Beach, DROUET & LOUDERBACK 10221a, 24 Dec. 1948 (C, F). Volusia county: Halifax river, Daytona Beach, H. J. HUMM, 26 Feb. 1946 (C, F).

Plant-mass green; marine; trichome elongated, tapering toward apex, not constricted at cross-walls; diameter 4.7—6.5 mic.; cells 4.7—6.5 mic. long; apical cell obtuse, non-capitate, non-calyptrate; apical cell up to 10 mic. long; protoplasm granular.

The species may be found with *Oscillatoria Corallinae* Gom. It was reported by Brannon (1952).

Oscillatoria tenuis Gomont. Monogr. Oscill. p. 240, pl. 7, f. 2—3 (1893).

Alachua county: Bivens Arm, Gainesville, BRANNON 65, 120, 193, June 1942 (U); Gainesville, BRANNON 149, 12 Feb. 1943 (C); BRANNON 267, 17 Aug. 1944 (C). Bay county: Gulf Beach, MADSEN & PATES 1946, 11 Sept. 1949 (C, F). Broward county: Hollywood, RUTH PATRICK, Jan. 1939 (C). Calhoun county: Apalachicola river at Aspalaga, NIELSEN 3012, 15 Apr. 1950 (C, F); Blountstown, NIELSEN 3036, 8 Apr. 1950 (C, F). Citrus county: Hernando, BRANNON 46, March 1942 (U); BRANNON 211, 15 Apr. 1944 (C). Gadsden county: Chattahoochee, NIELSEN & MADSEN 280, 31 Aug. 1948 (C, F); 19 miles west of Tallahassee, NIELSEN & MADSEN 801, 22 Jan. 1949 (C, F). Lake county: BRANNON 234, 15 June 1944 (C). Lee county: Deep Lake, RUTH PATRICK 22, 31 Dec. 1937 (D). Leon county: Crane Lake at Meridian Rd., NIELSEN & MADSEN 23, Mar. 1948 (C, F); Heart Leaf Pond, Tallahassee, NIELSEN & CROWSON 207, 211, June 1948 (C, F); Ochlockonee river bank, DROUET & CROWSON 10480, 6 Jan. 1949 (C, F); Bloxham, DROUET & CROWSON 10694, 10 Jan. 1949 (C, F); Jackson Bluff, NIELSEN & KURZ 900, 19 Feb. 1949 (C, F). Liberty county: Bristol, NIELSEN & MADSEN 432, Aug. 1948 (C, F). Manatee county: Palma Sola Park, MRS. W. G. SNYDER, 1945 (C). Marion county: Orange Lake, DROUET & BRANNON 11028, 11034, 19 Jan. 1949 (C, F, U). Orange county: Orlando, BRANNON 342, 346, 31 May 1948 (C, U). Palm Beach county: Palm Beach, DROUET & LOUDEREACK 10254, 26 Dec. 1948 (C, F). Polk county: Fort Meade, J. DONNELL SMITH, 1880 (N); Race creek, J. DONNELL SMITH, Mar. 1880 (N); Hesperides, DROUET & BRANNON 11090, 20 Jan. 1949 (C, F, U). Washington county: Falling Waters, Chipley, NIELSEN, 14 Jan. 1951 (C, F). Wakulla county: St. Marks Wild Life Refuge, NIELSEN, MADSEN & CROWSON 715, 5 Dec. 1948 (C, F); Wakulla Springs, DROUET, MADSEN & CROWSON 11469, 11509a, 27 Jan. 1949 (C, F); Wakulla river, DROUET, MADSEN & CROWSON 11515, 11516, 11517, 11518, 11523, 27 Jan. 1949 (C, F); Bethel, DROUET, MADSEN & CROWSON 11561, 11563, 27 Jan. 1949 (C, F); Wakulla Springs, MADSEN & PATES 1515, 11 Aug. 1949 (C, F); sulphur springs, Newport, NIELSEN, 15 Oct. 1950 (C, F).

Plant-mass blue-green; trichome straight, constricted at cross-walls, not tapering, nor capitate; apical cell convex with slightly thickened membrane; diameter 4—10 mic.; cells 2.6—5 mic. long; cross-walls with conspicuous granules; protoplasm granular, blue-green.

The specimens measured from 6.6 to 7.4 mic., and were commonly found with *Oscillatoria curviceps* Gom., *O. geminata* Gom., *O. limosa* Gom., *O. princeps* Gom., *O. proboscidea* Gom., *O. Willei* Gardn., and *Spirulina major* Gom.

Drouet (1939) reports the Wolle specimens of *Oscillatoria tenuis* Gom. as collected by Smith in Polk county, Florida in 1880. The species has also been reported for the state by NIELSEN & MADSEN (1948a), Crowson (1950), and Brannon (1952).

Oscillatoria tenuis var. *natans* Gomont. Monogr. Oscill. p. 241 (1893).

Alachua county: BRANNON 386, 30 Oct. 1946 (C); Sink I, Hibiscus Park, Gainesville, BRANNON 232, May 1942 (C, U). Gadsden county: Apalachicola river, Chatahoochee, NIELSEN, MADSEN & CROWSON 281, 31 Aug. 1948 (C, F). Jackson county: 2 miles south of Marianna, Nielsen & Madsen 338, 339, 340, 341, 31 Aug. 1948 (C, F). Leon county: Meridian Rd., Tallahassee, NIELSEN & MADSEN 366, 31 Aug. 1948 (C, F). Liberty county: Apalachicola river flood plain, Bristol, NIELSEN & MADSEN 438, Aug. 1948 (C, F).

Trichomes 6—10 mic. in diameter. These forms measured 8.2—9 mic. in diameter by 3 mic. in length of cell. The variety, reported by Nielsen & Madsen (1948b) and Brannon (1945, 1952), may be found with *Oscillatoria splendida* Gom.

Oscillatoria tenuis var. *tergestina* Gomont. Monogr. Oscill. p. 241 (1893).

Alachua county: Sugar Hill Creek, Gainesville, BRANNON 59, May 1944 (C, U). Bay county: 15 miles northwest of Port St. Joe, A. H. JOHNSTON 1519, 13 Aug. 1949 (C, F). Leon county: St. Marks river, Natural Bridge, NIELSEN, MADSEN & CROWSON 148, June 1948 (C, F).

Trichomes 4—6 mic. in diameter. This variety has been reported for the state by Nielsen & Madsen (1948a), and by Brannon (1952). It may occur with *Oscillatoria anguina* Gom.

Oscillatoria Willei Gardner. Mem. N.Y. Bot. Gard. 7: 36, pl. 7, f. 67 (1927).

Alachua county: Gainesville, BRANNON 367b, 4 Sept. 1946 (C). Hillsborough county: PAUL C. STANDLEY, 9 March 1946 (C). Manatee county: Palma Sola Park, MRS. W. G. SNYDER, 1945 (C).

Trichome pale blue-green, flexuous, uncinata to semi-spiral at apex, blunt; diameter 2.4—2.6 mic.; cells quadrate to two times width; cross-walls inconspicuous, non-constricted; apical cell blunt, rounded, not thickened; protoplasm homogeneous.

Drouet (1937) amends the original description to trichome diameter 2.2—4.0 mic. and cell length 2.2—8 mic.; apical cell rounded at apex or cylindro-conical without calyptra. The specimens cited were found with *Oscillatoria princeps* Gom., *O. splendida* Gom., and *O. tenuis* Gom.

Arthrospira Jenneri Gomont. Monogr. Oscill. p. 267, pl. 7, f. 26 (1893).

Alachua county: lotus pond, Gainesville, BRANNON 289, 18 Oct. 1944 (C).

Trichomes 5—8 mic. in diameter, loosely coiled into spirals 9—15 mic. in diameter and 21—31 mic. apart; may be slightly constricted at cross-walls; trichome neither tapering nor capitate; cells quadrate, or shorter than diameter, 4—5 mic. long; protoplasm granular, dark blue-green. The species has been reported by BRANNON (1952).

SPIRULINA

- | | | |
|------|---|-----------------------------|
| A. | Spirals contiguous | B |
| AA. | Spirals apart | C |
| B. | Trichome diameter 1—2 mic.; somewhat irregularly
spiraled..... | <i>subsalsa</i> |
| BB. | Trichome diameter 1 mic.; regularly spiraled | <i>subsalsa f. oceanica</i> |
| BBB. | Trichome diameter .9—1.2 mic.;
spiral diameter 2.2—2.7 mic. | <i>labyrinthiformis</i> |
| C. | Trichome diameter 1.2—1.7 mic.; spiral diameter 2.5—4 mic. | <i>major</i> |
| CC. | Trichome diameter 1.5—2 mic.; spiral diameter 7.5—11.5
mic. | <i>stagnicola</i> |
| CCC. | Trichome diameter .6—.9 mic.; spiral diameter 1.5—2.5 mic. | <i>subtilissima</i> |

Spirulina labyrinthiformis Gomont. Monogr. Oscill. p. 275 (1893).

Wakulla county: sulphur spring, one-half mile north of Newport, NIELSEN, 15 Oct. 1950 (C, F).

Trichome diameter .9—1.2 mic.; twisted into regular contiguous spirals 2.2—2.7 mic. in diameter; protoplasm pale blue-green. The specimens were found with *Spirulina major* Gom.

Spirulina major Gomont. Monogr. Oscill. p. 271, pl. 7, f. 29 (1893).

Wakulla county: sulphur spring at picnic grounds, Newport, & CROWSON 190, 670, 7 Nov. 1948 (C, F); sulphur springs, Newport, DROUET, CROWSON & THORNTON 11344a, 25 Jan. 1949 (C, F); NIELSEN, 15 Oct. 1950 (C, F); A. H. JOHNSTON 80, 11 Nov. 1950 (C, F); Wakulla Springs, DROUET, MADSEN & CROWSON 11469, 11509a, 17 Jan. 1949 (C, F).

Trichome diameter 1.2—1.7 mic.; twisted into somewhat loose regular spirals, 2.5—4 mic. in diameter, and 2.7—6 mic. apart; protoplasm pale blue-green.

These specimens averaged about the maximum for trichome diameter, about 3.5 mic. for spiral diameter, and the spirals were 3—3.5 mic. apart. They were commonly found with *Oscillatoria amphibia* Gom., *O. limosa* Gom., *O. tenuis* Gom., and *Spirulina labyrinthiformis* Gom. The species has been reported for the state by Nielsen & Madsen (1948a).

Spirulina stagnicola Drouet. Rhodora 39: 279, f. 3 (1937).

Alachua county: Bivens Arm, Gainesville, BRANNON 65, June 1942 (C, U).

Trichome diameter 1.5—2 mic.; twisted into regular spirals 7.5—11.5 mic. in diameter, and 20—28 mic. apart; protoplasm blue-green.

The species is reported by Brannon (1952), and is said to be of rare occurrence.

Spirulina subsalsa Gomont. Monogr. Oscill. p. 273, pl. 7, f. 32 (1893).

Volusia county: Halifax river, Daytona Beach, H. J. HUMM 4a, 26 Feb. 1946 (C, F). Wakulla county: mouth of St. Marks river, DROUET, MADSEN & CROWSON 11759, 1 Feb. 1949 (C, F).

Trichome diameter 1—2 mic.; twisted into somewhat irregular spirals 3.5 mic. in diameter, contiguous. Plant-mass dark blue-green to greenish-yellow. The Daytona Beach specimens were found with *Oscillatoria subuliformis* Gom.

Spirulina subsalsa f. *oceanica* Gomont. Monogr. Oscill. p. 274 (1893).

Bay county: intertidal, St. Andrews Bay, Panama City, DROUET & NIELSEN 11618, 30 Jan. 1949 (C, F).

Trichomes 1 mic. in diameter, regularly spiraled, straight in outline.

Spirulina subtilissima Gomont. Monogr. Oscill. p. 272, pl. 7, f. 30 (1893).

Wakulla county: sulphur springs, Newport, NIELSEN, MADSEN &

CROWSON 256, 257, Aug. 1948 (C, F); DROUET, CROWSON & THORNTON 11367, 25 Jan. 1949 (C, F).

Trichome diameter .6—.9 mic.; twisted into regular spirals 1.5—2.5 mic. in diameter, and 1.2—2 mic. apart; protoplasm pale green-yellow. Plant-mass dark green. The species was reported by Nielsen & Madsen (1948a).

LITERATURE CITED

- BRANNON, M. A. - 1945 - Factors Affecting the Growth of Myxophyceae in Florida. *Quart. Jour. Fla. Acad. Sci.*, 8 (4): 296—303.
- BRANNON, M. A. - 1952 - Some Myxophyceae in Florida. *Quart. Jour. Fla. Acad. Sci.*, 15 (2).
- CROWSON, DOROTHY E. - 1950 - The Algae of a Modified Brackish Pool. *Quart. Jour. Fla. Acad. Sci.*, 13 (1—4): 22—52.
- DROUET, FRANCIS - 1937 - The Brazilian Myxophyceae. I. *Amer. Jour. Bot.*, 24 (9): 598—608.
- MADSEN, GRACE C. & C. S. NIELSEN - 1950 - Check List of the Algae of Northern Florida. II. *Quart. Jour. Fla. Acad. Sci.*, 15 (1—4): 3—21.
- NIELSEN, C. S. & GRACE C. MADSEN - 1948a - Preliminary List of the Algae of the Tallahassee Area. *Quart. Jour. Fla. Acad. Sci.*, 11 (4): 111—117.
- NIELSEN, C. S. & GRACE C. MADSEN - 1948b - Check List of the Algae of Northern Florida. I. *Quart. Jour. Fla. Acad. Sci.*, 11 (2—3): 63—66.

A new Chrysophycean Flagellate: *Sphaerobryon fimbriata* gen. et sp. nov.

by F. J. TAYLOR

Queen Mary College, University of London

This organism was observed in the plankton of Saddington Reservoir, Leicestershire, in October 1948. Only a few individuals were seen and no more have subsequently been found in spite of frequent collections. Attempts to culture the organism in culture solution No. 10 of CHU (1942) diluted with an equal volume of bacteria-free reservoir water proved unsuccessful.

The spherical or slightly ellipsoidal colonies (fig. 1, A) ranged in size from 50—75 μ in diameter. Staining with methylene blue indicated that the main body of the colony was composed of mucilage, but the outermost 10 μ of the colony took up the stain more strongly than the interior.



Figure 1.

Sphaerobryon fimbriata. A, general view of colony (the uppermost cells are omitted for the sake of clarity); B, single cell. A $\times 850$; B $\times 3000$.

In contrast to previously described Chrysophycean species with spherical colonies, this organism is characterised by the possession of protoplasts which are surrounded by envelopes (fig. 1, B). These envelopes are campanulate in shape, being 6—8 μ long with an orifice 4—6 μ in diameter. They are hyaline with a smooth surface and the apex is rounded. The open end is fimbriated, and projects slightly (about 2 μ) from the surface of the mucilage. The apices of the envelopes are connected by a series of dichotomously branched gelatinous threads which run from the centre of the colony. These strands appear to make contact with the apex in the envelope. The exact arrangement of the strands in the centre of the colony could not be determined.

The protoplast appears to be attached to the envelope over the whole area of the rounded apex, and not at a point as in *Dinobryon*. It is rounded and contains a single parietal chromatophore of the characteristic Chrysophycean golden-brown colour. There is a conspicuous red eye-spot and two contractile vacuoles at the anterior end. The protoplast is provided with two flagella of unequal length, the longer extending for some distance beyond the mouth of the envelope, and the shorter being usually contained inside it.

This organism being normally motile with two unequal flagella lies in the Ochromonadaceae, and the presence of an envelope surrounding the protoplast puts it into the family Lepochromonadaceae of PASCHER (1925) and FRITSCH (1935). However, none of the species so far described in this family is characterised by the possession of a motile spherical colony, so that it seems best to erect a new genus *Sphaerobryon* on the basis of this character, and to describe this organism as *S. fimbriata*, characterised by the shape of the envelope.

The reservoir in which this organism was found is a typical silted reservoir of the English lowlands, but as the water in it is used to supply a canal system and is not for domestic use, it is not treated with copper sulphate. The reservoir lies on lias clay and has a fairly high carbonate hardness (155 mg./l calcium carbonate when the organism was collected). The organism was found in the net plankton when the phytoplankton conditions were at the stage of the commencement of the autumn diatom maximum (of *Asterionella formosa*).

DIAGNOSIS

Sphaerobryon gen. nov. Colonies spherical or slightly ellipsoidal. Cells embedded in mucilage on the periphery of the colony, each cell being provided with an envelope. Protoplast ellipsoidal, with one long and one short apical flagellum, one chromatophore, two con-

tractile vacuoles and a red eye-spot. Reproduction and resting stages unknown.

S. fimbriata sp. nov. Envelope campanulate with rounded base (6—8 μ long). Open end of envelope fimbriated. In plankton, Saddington Reservoir, Leicestershire, England.

Sphaerobryon gen. nov. Kolonien kugelförmig bis unbedeutend ellipsoidischen. Zellen in Gallerte bei der Peripherie des Koloniens vergraben, jeden Zellen mit Gehäuse. Protoplast ellipsoidisch mit eine langen und eine kurzen apikalen Geisseln, einem Chromatophor, zwei kontraktile Vakuolen und einem roten Stigma. Teilung und Cysten unbekannt.

S. fimbriata sp. nov. Gehäuse glockig mit rundlicher Grundflächen (6—8 μ lang). Mündung bequastelt. Im Plankton, Saddington Reservoir, Leicestershire, England.

REFERENCES

- CHU, S. P. - 1942 - The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planktonic algae. Part I. Methods and culture media, *J. Ecol.* 30, 284.
- FRITSCH, F. E. - 1935 - The structure and reproduction of the algae, Vol. I, Cambridge, 1935.
- PASCHER, A. - 1925 - Die braune Algenreihe der Chrysophyceen, *Arch. Protistenk.* 52, 489.

Einrichtungen der Tiere zur Aufrechterhaltung des optimalen Sauerstoffverbrauchs bei erniedrigtem Partialdruck¹⁾

von OTTO HARNISCH (Plön)

(Aus der Hydrobiologischen Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft; Plön.)

Bei den Ausführungen des 5. Kapitels meines Buches über „Hydrophysiologie der Tiere“ (Stuttgart 1951) habe ich den Möglichkeiten zur Aufrechterhaltung der Atmungsgrösse bei Erniedrigung des O_2 -Partialdrucks im Medium nur geringe Beachtung geschenkt. Ich habe besonders die Fälle ins Auge gefasst, in denen die Tiere infolge erheblichen, nahezu vollständigen O_2 -Mangels durch anaerobe Spaltungsprozesse ihr Leben fortsetzen, also fakultative Anaerobier sind, und untersucht, wie in diesen Fällen durch eine aerobe Erholungsphase (sekundäre Oxybiose, Endoxybiose) die aerobe Phase der anaeroben Prozesse geleistet und so Schädigungen überwunden werden. Wenn auch ökologisch die eben genannten Prozesse meiner Überzeugung nach eine weit grössere und ausschlaggebendere Rolle spielen, so darf doch auch die Möglichkeit zur Unterstützung einer Fortsetzung der oxybiotischen Energiegewinnung bei erniedrigtem O_2 -Partialdruck nicht vernachlässigt werden. Daher sollen im Folgenden die entsprechenden Einrichtungen der Tiere näher betrachtet und auf ihre ökologische Rolle geprüft werden. Wir übergehen dabei weitgehend die entsprechende Bedeutung der respiratorischen Farbstoffe, insbesondere des Hämoglobins, das in seiner Wirkungsweise bereits 1951 ausreichend gekennzeichnet wurde. Dagegen widmen wir zunächst einige Aufmerksamkeit den von tauchenden Tieren ins Wasser mitgenommenen Luftvorräten, deren Ökologische Bedeutung gegenüber gesenktem Partialdruck sicher nur gering ist.

¹⁾ Aus einer Manuskript-Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. A. THIENEMANN (Plön) am 7. Sept. 1952.

I. DIE PHYSIKALISCHE KIEME (EGE-EFFEKT)

Die Arbeitsweise und Bedeutung grösserer von Tieren (insbesondere Insekten) ins Wasser mitgenommenen Luftblasen wurde 1951 bereits erörtert (l.c. S. 129). Die Luftblasen stellen nicht nur einen Sauerstoffvorrat dar, sondern ermöglichen durch Diffusion um einen N_2 -Vorrat die Aufnahme von Sauerstoff aus dem Wasser. Kleiner werden und Schwinden der Gasblasen infolge N_2 -Verlustes ans Wasser setzt der O_2 -Aufnahme auf diesem Wege eine — meist enge — Grenze und zwingt den Organismus zu häufiger, nur im Winter bei geringem Stoffwechsel seltenerer Erneuerung des Luftvorrates an der Oberfläche (Ege-Effekt). Nachzutragen ist noch, dass in neuerer Zeit (1951/52) de RUITER, WOVEKAMP, van TOOREN und VLASTBLOM eine ausgezeichnete Untersuchung über die „physikalische Kieme“ bei *Hydrous piceus*, *Naucoris cimicoides* und *Notonecta glauca* herausgebracht haben. Bei diesen Formen, besonders bei *Naucoris* und *Notonecta* ist die physikalische Kieme nur funktionsfähig, wenn energische Beinbewegungen (Hinterbeine) für ständige Heranführung gut durchlüfteten Wassers sorgen oder wenn, wie bei *Hydrous* im Winter der O_2 -Bedarf des Tieres sehr gering ist. Die Auslösung der respiratorischen Bewegungen der Extremitäten erfolgt durch erhöhten CO_2 -Druck, während O_2 -Mangel die Tiere an die Oberfläche oder gar aus dem Wasser heraus treibt. Bei *Naucoris* und *Notonecta* hat Fesselung der Hinterbeine starke Behinderung der O_2 -Aufnahme zur Folge. Es ist also anzunehmen, dass durch die physikalische Kieme eine Fortsetzung der Luftatmung unter Wasser für zumeist kurze Zeit, bei herabgesetztem Stoffwechsel (Winter) auch für längere Zeit möglich ist, dass aber bei Erniedrigung des O_2 -Partialdrucks im Wasser diese Einrichtung keine nennenswerte Hilfe darstellt, sondern alsbald versagen dürfte.

II. PLASTRON-ATMUNG.

Es gibt am Körper mancher Insekten feine, hauchdünne, filmartige Luftüberzüge am Abdomen und anderen Körperstellen (Thorax, auch Kopf), die einen silbrigen, mitunter auch goldigen Glanz verleihen und bei geringer Massigkeit eine sehr grosse Oberfläche haben. Mit den Spirakeln des Tracheensystems stehen diese Gasfilme direkt oder durch Vermittlung von Subelythralräumen in Verbindung. Ihre hohe Bedeutung wurde zuerst von BROCHER (1912 a—d), später von THORPE und CRISP (1947—1950) erkannt und namentlich von den zuletzt genannten Autoren gründlich untersucht. BROCHER hat zwar auch die respirationsphysiologische Be-

deutung dieser Luftschichten erkannt, aber sein Augenmerk auch auf gelegentliche hydrostatische Bedeutung gerichtet. Er wandte für sie den Namen „Plastron“ an, den er freilich gelegentlich auch für grössere Luftblasen verwandt hat. Auf Grund seiner Studien an *Haemonia* und Elminen, auch Wasser-Curculioniden kennzeichnete er das Plastron gegenüber grösseren ins Wasser mitgenommenen Luftblasen durch folgende Merkmale. 1.) Während grössere ins Wasser mitgebrachte Luftblasen bei künstlicher Berührung zweier Tiere miteinander verschmelzen, ist dies bei feinen, filmartigen Überzügen nicht der Fall. 2.) Eine herangebrachte Luftblase verschmilzt alsbald mit grösseren mitgebrachten Luftblasen; eine an einen filmartigen Überzug stossende Luftblase hingegen wahrt längere Zeit ihre Selbstständigkeit und kuglige Form. Mitunter wird sie im Laufe längerer Zeit unter ständiger Volumenverminderung in die Plastronschicht aufgesogen, meist aber bleibt sie selbstständig und gleitet ab. 3.) Formen mit grösseren Luftblasen verlieren an Luft gebracht alsbald ihren silbrigen Glanz während die Formen mit filmartiger Luftschicht ihn noch für längere Zeit behalten. 4.) Während die Luftblasen tragenden Zonen tauchender Insekten nicht benetzbar sind, ausserhalb des Wassers völlig trocken werden, bleiben die Zonen, die einen filmartigen Luftüberzug tragen, auch an Luft für einige Zeit feucht.

Die morphologische Grundlage dieser Erscheinungen wurde durch THORPE und CRISP untersucht und ihre Funktion durch sorgsame Berechnung klargestellt (vgl. THORPE und CRISP 1947—1950). Der Terminus „Plastron“ wurde erst durch diese Autoren klar definiert. Danach ist als Plastron ein feiner filmartiger Gasüberzug am Körper von Insekten zu bezeichnen, der durch ein bestimmt angeordnetes und gestaltetes feines Härchen- oder Schuppenkleid festgehalten wird und mit den Spirakeln kommuniziert. Dadurch wird eine weitgehende Widerstandsfähigkeit gegen Benetzung und vor allem eine Wahrung des Volumens der Gasschicht bedingt. Wir betrachten zunächst kurz dieses durch THORPE und CRISP eingehend untersuchte Haarkleid. In einem wohl entwickelten Plastron finden sich etwa $1,8—2,0 \times 10^8$ Haare pro cm^2 . Die Stellung der Einzelhaare ist manchmal ziemlich flach, meist aber wenigstens im Basalteil ziemlich steil; der Endabschnitt ist stets abgeknickt, so daß er fast horizontal steht. Die Stellung der Haare entspricht nicht dem, was für die Festhaltung eines hauchdünnen Luftfilms optimal wäre; denn die hierfür günstigste Haarstellung ist der für die Vermeidung einer Benetzung optimalen gerade entgegengesetzt und zwischen beiden wird eine Kompromissstellung gewählt.

Wie gut ein bestimmtes Volumen in einem festgehaltenen Gasfilm gewahrt wird, erkennt man an der Grösse des Überdrucks, der not-

wendig ist, um die Gasschicht zum Schwinden zu bringen. Während gut entwickeltes Plastron noch gegen einen Überdruck von 4 Atmosphären unempfindlich ist, genügt bei weniger ausgeprägt entwickeltem Plastron das schon Übergänge zu ins Wasser mitgenommenen Luftblasen zeigt oder gar bei diesen selbst bereits Überdruck von 1/2 Atmosphäre um sie zum Schwinden zu bringen.¹⁾

Man kann die Luftfilme des Plastrons in vieler Hinsicht mit dem geschlossenen Tracheensystem im Wasser lebender Insekten vergleichen, das jedoch nicht von starren Tracheenwandungen im Körperinnern begrenzt, sondern außerhalb des Körpers durch ein Häutenkleid festgehalten, gestützt und geschützt ist.

Der Gaswechsel im gut entwickelten Plastron erfolgt also nicht wie der durch ins Wasser mitgenommene Luftblasen nach den Gesetzmäßigkeiten des Ege-Effekts, also durch Diffusion, sondern nach den Gesetzmäßigkeiten des geschlossenen Tracheensystems (vgl. KOCH 1936), also nach hydrostatischen Gesichtspunkten: der durch den Verbrauch von O_2 entstehende Unterdruck wird durch Aufnahme von O_2 , der ja wesentlich rascher diffundiert als N_2 , aus dem Medium ausgeglichen. Ein wesentlicher Verlust von N_2 , der zur Verkleinerung des Gasvorrates führt (vgl. Ege-Effekt), hat nicht statt.¹⁾ Ein gut entwickeltes Plastron vermag daher sowohl gegenüber reinem O_2 im Medium als auch gegenüber erheblich erniedrigtem O_2 -Partialdruck im Medium seine Atmungsfunktion zu erfüllen. Messungen liegen bislang allerdings nur an in gut durchlüftetem Wasser gehaltenen Tieren von *Aphelocheirus*, *Elmis* und *Haemonia* vor (THORPE u. CRISP 1947, 1949). Beobachtungen zeigen jedoch, dass manche Plastron-Tiere auch in respiratorisch sehr schlechten Medien für längere Zeit normal lebensfähig sind (z.B. *Haemonia*, *Phytobius*, dagegen nicht *Aphelocheirus* und *Elmis*). Es ist keine Frage, dass die Eignung verschiedener Formen des Plastrons für Aufrechterhaltung der optimalen Atmungsgrösse von Form zu Form recht verschieden ist. Zur Klarstellung der vorliegenden Gesetzmässigkeiten und damit der atmungsphysiologisch-ökologischen Bedeutung des Plastrons ist noch viel Arbeit zu leisten, zumal die ermittelten Werte erheblich differieren, was grossen Teils der oft erheblichen Beweglichkeit der Tiere zuzuschreiben sein dürfte.

Es sei nunmehr eine Übersicht der Insekten, die ein wohl ausgebildetes Plastron (im strengen Sinne) besitzen, gegeben und ein

¹⁾ Verdrängung der Luftschicht des Plastrons kann auch durch Veränderung der Oberflächenaktivität (Behandlung mit Isobutylalkohol von 10—12%) erreicht werden.

²⁾ Ein Plastron ist daher für lange Zeit, ev. lebenslänglich ohne Erneuerung der Gasschicht arbeitsfähig.

Blick auf Übergangsformen zwischen Plastron und mehr nach dem Ege-Effekt arbeitenden Luftblasen im Wasser geworfen. Am gründlichsten untersucht wurde das Plastron der erwachsenen Wanze *Aphelocheirus*. Dieses Tier, das nicht zum Luft schöpfen an die Wasseroberfläche kommt, besitzt ein Plastron erst im ausgewachsenen Zustand, noch nicht als Larve. Es ist lebhaft beweglich und lebt in an O₂ reichem, oft rasch strömendem Wasser von Bächen und kleinen Flüssen. Das Plastron der Formen der Käferfamilie Elmidae ist wechselnd ausgebildet; ein sehr typisch ausgebildetes Plastron finden wir namentlich bei *Stenelmis crenata* und *Cylloepus barberi*, die dauernd untergetaucht leben. Ebenfalls ein typisches Plastron hat die rein untergetaucht lebende Donaciine *Haemonia mutica*, desgleichen die Wasser-Rhynchophore *Phytobius velatus* und vielleicht noch einige weitere Rüssler. Während die lebhaft beweglichen Elminen überwiegend in gut durchlüftetem, strömendem Wasser leben und die Oberfläche leicht erreichen können, leben *Haemonia* und die Wasserrüssler zumeist untergetaucht an Wasserpflanzen oder auf Schlamm; sie sind trägere Tiere, die kaum die Oberfläche aufsuchen und auch in Wasser schlechten respiratorischen Charakters (z.B. zwischen faulenden Pflanzenteilen) zu leben vermögen.

Es gibt noch eine Anzahl anderer Wasserinsekten, deren Luftschichten unter Wasser ähnlich wie ein Plastron funktionieren dürften, obwohl die Luft nicht durch einen Haarbesatz, sondern durch Wachsbelag oder dergl. festgehalten ein konstantes Volumen erhalten hat. Wir nennen als Beispiele den Wasser-Schmetterling *Acentropus niveus* und die Wasser-Ichneumonide *Agriotypus*.

Mitunter, namentlich bei Käfern, ist über dem Plastron eine dickere, weniger gut festhaftende Luftschicht, das Makroplastron (THORPE 1950) entwickelt, die durch längere Haare festgehalten wird und leicht verlierbar ist. Sie unterliegt ganz dem Ege-Effekt. Dieses weniger konstante „Makroplastron“ hat häufige Erneuerung an Luft nötig und ähnelt mehr einer ins Wasser mitgenommenen Luftblase als einem echten Plastron.

Einiger Betrachtungen bedarf noch die Frage nach der Herkunft der Luftschicht des Plastrons. Am nächsten mag die Vermutung liegen, dass von der Oberfläche gewonnene Luftblasen in den Bereich der Plastronbehaarung aufgenommen werden. Denkbar ist dies vor allem bei Elmiden, die rasch beweglich sind und des öfteren die Oberfläche aufsuchen. Aber andere Formen mit echter Plastronatmung wie *Haemonia* und *Phytobius* kommen kaum an die Oberfläche. BROCHER (1912) hat vermutet, dass diese Tiere von Wasserpflanzen produzierte Gasblasen für die Füllung ihres Plastrons verwenden. Er konnte zahlreiche Beobachtungen zur Stützung seiner

Annahme mitteilen, die vor allem auch auf lebhafte Teilnahme der Antennen, die ja meist mit dem Plastron des Vorderkörpers in Verbindung stehen, hinweisen. Sehr bemerkenswert sind jedoch Beobachtungen von THORPE (1950) an *Aphelocheirus*. Bei dieser Wanze hat ja erst das ausgewachsene Tier ein Plastron. Dieses, sein Haarkleid und seine Gasschicht werden unter der letzten Larvenkutikula noch bei Gegenwart der Häutungsflüssigkeit unter Wasser entwickelt. Im halb durchsichtigen Körper der Nymphe ist die glänzende Plastronschicht schon unter der alten Nymphenhaut zu sehen. Zumal auch die Oberfläche des Wassers von den Tieren dieses Stadiums nicht aufgesucht wird, ist nicht anzunehmen, dass die Luftschicht des Plastrons von der Aussenluft her aufgenommen ist. Sie ist sicher vom Tierkörper geliefert worden. Leider fehlen Mikroanalysen bisher ganz; wir wissen noch nichts über die Zusammensetzung des Plastrongases. Es erscheint aber nicht wahrscheinlich, dass es durch einen Sekretionsprozess erzeugt ist, es ist vielmehr wahrscheinlich, dass es durch einen Eliminationsprozess aus dem Tierkörper in Freiheit gesetzt ist, wobei das geschlossene Tracheensystem eine Rolle spielen kann.

Für die Ökologie der Plastronträger ist noch folgendes wichtig: Zu völliger Beseitigung der Gasfilme ist zwar wie gesagt ein Überdruck von 4 Atmosphären erforderlich, doch ist nach THORPE und CRISP anzunehmen, dass das Plastron nur bis zu einem Druck von 1—2 Atmosphären voll funktionsfähig ist. Dies bedeutet, dass diese Tiere im allgemeinen nur bis 10—20 m Tiefe zu finden sein werden. In der Tat sind die Elmiden und *Aphelocheirus* überwiegend ausgesprochene Flachwasserbewohner und auch *Haemonia*, *Phytobius* und ähnliche Formen gehen kaum über die Grenze der Vegetation grüner Pflanzen hinaus, jedenfalls nur ausnahmsweise über 20 m Tiefe. Zum Vorstossen in die an O_2 arme Seentiefe ist also das Plastron trotz seiner hohen respirationsphysiologischen Leistungsfähigkeit ganz ungeeignet.

III. DAS GESCHLOSSENE TRACHEENSYSTEM.

Wesentliches über das geschlossene Tracheensystem, das ja fast alle im Wasser lebenden Insektenlarven besitzen, wurde bereits in meinem Buch (1951) mitgeteilt. Hier sei noch besonders die Frage betrachtet, inwieweit das geschlossene Tracheensystem einen Vorteil für das Leben bei verringertem O_2 -Partialdruck des Wassers bieten kann. Es wurde oben darauf hingewiesen, dass das Plastron als ein ausserhalb des Körpers gelegenes geschlossenes Tracheensystem betrachtet werden kann. Das Gemeinsame beider ist ihr durch starre

Wandungen oder starre Haar- oder Schüppenschichten bedingtes konstantes Volumen und der infolgedessen nicht den Gesetzen der Diffusion, sondern denen der Hydrostatik unterworfenen Gaswechsel. Infolgedessen ist die O_2 -Gewinnung durch ein Plastron und ein geschlossenes Tracheensystem prinzipiell vom O_2 -Partialdruck des Mediums unabhängig. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Einrichtungen ist aber der, dass das Plastron mit grosser praktisch ungeschützter Oberfläche dem Medium ausgesetzt ist, während vor Erreichung des Inneren des geschlossenen Tracheensystems erst die Körperwandung, die Leibeshöhlenflüssigkeit und die Tracheenwandungen passiert werden müssen. Daher ist anzunehmen, dass bei der Atmung durch ein geschlossenes Tracheensystem Diffusionsprozesse von Form zu Form eine verschieden grosse Rolle spielen, die jedenfalls grösser ist als beim Plastron. Vor allem aber ist zu bedenken, dass die Starrheit der Wandungen des geschlossenen Tracheensystems von Tierart zu Tierart sehr wechselt. Bei manchen Formen sind sehr widerstandsfähige, starre Wandungen ausgebildet (z.B. *Sialis*-Larve, Luftsäcke der *Chaoborus*-Larve), bei anderen ist das Tracheensystem weniger widerstandsfähig oder gar in Reduktion begriffen und durch Unterdruck leicht zerstörbar (z.B. Orthocladiarien-Larven). Es ist sicher, dass hierdurch wesentliche Unterschiede in der Leistungsfähigkeit gegenüber erniedrigtem O_2 -Partialdruck des Mediums bedingt sind.

Leider ist die Gestaltung der Atmungsgrösse von Tieren (namentlich Insektenlarven) mit geschlossenem Tracheensystem bei Erniedrigung der O_2 -Spannung des Mediums nur sehr wenig untersucht worden. Ich fand bei den Larven von *Prodiamesa olivacea* (ohne Erholungsatmung) einen kritischen Punkt der Druck-Verbrauchskurve schon bei etwa 6% O_2 im Medium, also nichts anderes, als was von rein auf Diffusion angewiesenen Tieren zu erwarten ist (vgl. HARNISCH 1927/29). In einigen (nicht veröffentlichten) Messungen an Trichopteren- und *Lestes*-Larven fand ich schon bei 4,7% O_2 deutlich, wenn auch nur wenig verringerten O_2 -Verbrauch, während dieser bei 3,3% O_2 erheblich erniedrigt war. An einigen *Caenis*-Larven aus dem ufernahen Schlamm des grossen Plöner Sees fand ich in einer allerdings einzigen Messung folgendes Verhalten: Unter 3,3% O_2 zeigten die Larven zunächst für etwa 4 Std. erniedrigten O_2 -Verbrauch, der jedoch dann wieder auf etwa die alten Werte anstieg. Dieses Datum bedarf allerdings noch der Bestätigung und Vervollkommenung durch weitere Messungen.

Noch ausgeprägter und durch zahlreiche Messungen bestätigt fand ich ein ganz entsprechendes Verhalten bei der Larve von *Chaoborus crystallinus* (HARNISCH Zool. Jb. im Druck). Bringt man Larven dieser Art unter erniedrigten O_2 -Partialdruck (4,7, 3,3 und 0,8%) O_2 ,

so findet man zunächst erheblich erniedrigten O_2 -Verbrauch, der jedoch im Verlauf von 1—2 Std. wieder zu höheren Werten, etwa von der Grössenordnung des O_2 -Verbrauchs unter Luft ansteigt. Unter 4,7% O_2 werden zumeist wieder recht hohe, geradezu maximale Werte erreicht, während unter 3,3% O_2 zwar auch recht hohe, aber nicht maximale Werte erreicht werden, die öfter durch weniger hohe Werte unterbrochen sind. Unter 0,8% O_2 finden wir nach mindestens 2 Std. auffallend niedriger Werte wieder höhere, wenn auch nur mässig hohe, oft wieder durch niedere unterbrochene Werte. Diese Befunde sind so auszudeuten, dass bei Erniedrigung des Partialdrucks vom Tier zunächst der reiche O_2 in dem Reservoir der Luftblasen, der wahrscheinlich verhältnismässig hohen Partialdruck hat, ausgenutzt wird und erst später, wenn im Innern ein hydrostatischer Unterdruck entstanden ist, Aufnahme von O_2 aus dem Medium erfolgt. Gewiss stellen die vorwiegend hydrostatische Funktion erfüllenden Luftsäcke der *Chaoborus*-Larve einen Spezialfall des geschlossenen Tracheensystems dar, aber meine — hier nicht im Einzelnen wiedergegebenen — Untersuchungen zeigen, dass sie nach den wesentlichen Gesetzmässigkeiten des geschlossenen Tracheensystems am Gaswechsel teilnehmen. Der sehr erheblich, aber zweckdienlich umgestaltete respiratorische Mechanismus des geschlossenen Tracheensystems der *Chaoborus*-Larve bedingt auf jeden Fall eine erhebliche, sogar sehr erhebliche Unabhängigkeit der Atmungsgrösse des Tiers, das keinen respiratorischen Farbstoff besitzt, vom O_2 -Partialdruck des Mediums.

Schon aus den wenigen verfügbaren, im Vorstehenden gegebenen Daten ist zu ersehen, dass im allgemeinen das geschlossene Tracheensystem von Insektenlarven nicht annähernd eine entsprechende Leistungsfähigkeit besitzt. Nicht ausgeschlossen erscheint mir jedoch, dass auch das wohl ausgebildete geschlossene Tracheensystem der Larve von *Sialis*, die sehr gute, die Diffusion erleichternde Mechanismen der Körperoberfläche besitzt, einen leistungsfähigen, die O_2 -Ausnahme bei gesenktem O_2 -Partialdruck des Mediums unterstützenden Mechanismus darstellt.

Aus der Physiologie des nach hydrostatischen Gesetzmässigkeiten arbeitenden geschlossenen Tracheensystems ist zu folgern (vgl. KOCH, 1936), dass es nur bei geringer Druckerhöhung im Wasser funktionsfähig ist, nur Besiedlung des Wassers bis zu 10—20 m Tiefe ermöglicht. In der Tat sind die meisten Insektenlarven mit geschlossenem Tracheensystem Flachwasserformen, die nur die Uferregion der Seen bevölkern. Auch die Larve von *Sialis* überschreitet kaum die Grenze von 20 m Tiefe. Eine beachtliche Ausnahme macht jedoch die *Chaoborus*-Larve, die auch in recht beträchtliche Tiefen vorstösst. Dies kann vorläufig nicht erörtert werden.

Wichtig ist noch nicht nur in physiologischer, sondern auch in ökologischer Hinsicht die Frage nach der Herkunft des Gases im geschlossenen Tracheensystem. Nach den Erfahrungen von KROGH (1911) und den Ideen von KOCH (1936) kann man vermuten, dass es rein durch Diffusion aus dem umgebenden Wasser gewonnen wird. Unter dem Eindruck dieser Daten habe ich in meinem Buch (1951) den Angaben von WAGNER (1926), dass das Tracheensystem von *Simulium* höheren O_2 -Druck hat, als die Luft, keinen Glauben geschenkt. Nun zeigen aber die neuen exakten, wenn auch nicht ganz richtig ausgewerteten Messungen von METZKY (1950) am geschlossenen Tracheensystem von Helminenlarven, dass hier ohne Frage ein rein durch Diffusion nicht erklärbarer erhöhter O_2 -Partialdruck vorliegt. Auch Daten, die ich neuerdings an den Luftblasen von *Chaoborus* gewonnen habe, weisen darauf hin, dass das Gas in diesen Resten des geschlossenen Tracheensystems wenigstens bei niederem O_2 -Druck im Medium aus dem Tierkörper stammt. Bringt man Larven für 15—16 Std. unter N_2 , so zeigen sie alsdann das gleiche Verhalten wie Larven, die zuvor längere Zeit mit reinem O_2 vorbehandelt waren: Nach einigen auffallend niedrigen Werten zeigt das Manometer Druckabnahme von der üblichen Größenordnung an. Dies deute ich so aus, dass während des O_2 -Mangels im Medium Gas, das wesentlich O_2 enthält, im Körper in Freiheit gesetzt worden ist und einen gewissen, vielleicht sogar relativ hohen O_2 -Gehalt der Gasblasen bedingt hat. Wenn nun im Medium wieder der O_2 -Partialdruck der Luft herrscht, so wird vom Tierkörper zunächst der in den Schwimmblasen aufgespeicherte O_2 benutzt und weniger O_2 aus dem Medium aufgenommen bis in den Schwimmblasen ein hydrostatischer Unterdruck entstanden ist. Schon v. FRANKENBERG (1915) hat zeigen können, dass an den verschiedensten Stellen des Körpers der *Chaoborus*-Larve O_2 (?) in Freiheit gesetzt wird; nach meinen Erfahrungen hat eine solche Emission von Gas (schwerlich von reinem O_2) besonders bei O_2 -Mangel im Medium statt. Eine eigentliche Sekretion von Gas liegt offenbar nicht vor, zumal keine besonderen drüsenartigen Organe vorhanden sind.

Die im Vorstehenden gegebenen Daten über das geschlossene Tracheensystem sind noch recht lückenhaft und betreffen zudem verschiedenartige Fälle des sehr mannigfaltig ausgebildeten geschlossenen Tracheensystems. Sie zeigen aber eindeutig, dass das physiologische Studium dieses Organsystems noch manche, besonders auch ökologisch wichtige Ergebnisse zeitigen wird.

IV. DIE BEDEUTUNG RESPIRATORISCHER BEWEGUNGEN.

In meinem Buch (1951) habe ich den respiratorischen Bewegungen der Wassertiere ziemlich wenig Beachtung geschenkt; nur die pendelnden Schwingungen des in Kolonien lebenden Wurms *Tubifex* wurden näher ins Auge gefasst, da durch sie (vgl. ALSTERBERG 1922) ein vertikaler Wasserstrom erzeugt wird, also bei bestehender Mikroschichtung im Gewässer respiratorisch brauchbares Wasser in die O_2 -lose Gegend der Schlammoberfläche herabgesogen wird. Dagegen mass ich den bei wirbellosen Tieren verbreiteten „Schlängelbewegungen“ wie sie u.a. die Chironomiden-Larven zeigen, keine Bedeutung bei, da ich annahm, dass durch sie nur ein horizontaler Wasserstrom erzeugt wird, der nicht Wasser anderen respiratorischen Charakters heranzuführt. Das Studium besonders neuerer Literatur zeigt mir jedoch, dass hier doch manches grössere Beachtung verdient, worauf hier näher eingegangen sei. Meine Betrachtungen gelten besonders Chironomiden-Larven, die röhrenartige Gespinste bewohnen und Hämoglobin führen.

LINDROTH (1942, 1943) beobachtete die „Schlängelbewegungen“ der Larven von *Chir. plumosus* in an O_2 sehr armen Schlamm der mit gut durchlüftetem Wasser überschichtet war. Er fand, dass ein Rhythmus der Bewegungen besteht, indem das Schlängeln immer wieder durch Pausen von je nach der Temperatur wechselnder Dauer, während derer die Larve sich in ihrer Röhre umdreht und frisst, unterbrochen wird. Diese Pausen währen je nach der Temperatur einige, bis etwa 10 Minuten, also eine Zeit, für die nach LEITCH (1916) der vom Hämoglobin gespeicherte O_2 für den oxybiotischen Stoffwechsel der Larve ausreicht. Dies weist auf biologische Bedeutung des Hämoglobins als O_2 -Speicher hin.

BRUNDIN (1951) hat diese Gedanken aufgegriffen und ökologisch ausgewertet. Er weist darauf hin, dass in der Reihe *Tanytarsus* — *Stictochironomus Rosenschöldi* — *Sergentia coracina* — *Chironomus anthracinus* — *Chir. plumosus* dem zunehmend euroxybionten Charakter der Tierformen Zunahme der Grösse und Massigkeit der Larven entspricht. Durch diese wird ein zunehmend weiter reichender und kräftigerer Ventilationsstrom ermöglicht. BRUNDIN glaubt, dass so durch zunehmend verbesserte Ventilationsmöglichkeit die Besiedlung von an Sauerstoff immer ärmerem Schlamm ermöglicht wird. Dies besagt, dass auch unter anaeroben Bedingungen des Milieus eine Fortsetzung des aeroben Lebens angestrebt wird und sich die fakultative Anaerobiose mancher Chironomiden-Larven durch erhöhte Beschaffungsmöglichkeit von Wasser erträglichen respiratorischen Charakters erklärt.

Einen den Gedankengängen von LINDROTH und BRUNDIN ähnlichen Standpunkt kann man auch aus den Arbeiten von B. WALSHE (1947—51) herauslesen. Auch diese Autorin wandte besondere Aufmerksamkeit den Schlängelbewegungen (irrigation) und ihren Unterbrechungen zu. Dabei wird vielfach die Frage diskutiert, inwieweit während der Ruhepausen der vom Hämoglobin gespeicherte O_2 -Vorrat den O_2 -Bedarf decken kann. Im allgemeinen wird dies bejaht, doch werden auch hier und da Unstimmigkeiten verzeichnet. Bei erheblich erniedrigtem O_2 -Partialdruck findet WALSHE Sistierung der Atembewegungen. Dies zeigen mit CO vergiftete Tiere schon bei etwas höherer O_2 -Spannung. Besonders verfolgt wurde bei diesen Arbeiten die Erscheinung des „Filterfressens“ der Larven. Auch dieses wird bei niedriger O_2 -Spannung offenbar durch am Hämoglobin gespeicherten O_2 ermöglicht, wie auch Versuche mit durch CO vergifteten Tieren zeigen. Des weiteren wird gezeigt, dass die Begleichung der — bei *Chir. plumosus* geringen — O_2 -Schuld nach Anaerobiose durch Hämoglobin und respiratorische Bewegung offenbar beschleunigt wird. Wenn auch in den Untersuchungen von B. WALSHE vorwiegend danach gefragt wird, wie bei erniedrigtem O_2 -Partialdruck durch respiratorische Bewegung (irrigation) und Hämoglobin der „normale“ oxybiotische Stoffwechsel fortgesetzt werden kann, so wird doch in den sehr sorgfältigen Untersuchungen allenthalben deutlich, dass dies nur ein Notbehelf ist und bei den *Chironomus*-Larven oft anaerober Stoffwechsel notwendig wird.

Ich habe in diesem Abschnitt die Forschungen und Gedanken über eine Fortführung des oxybiotischen Lebens von *Chironomus*-Larven unter erniedrigtem O_2 -Partialdruck der Umgebung möglichst objektiv wieder gegeben. Nunmehr sei mir Kritik und ökologische Bewertung dieser Untersuchungen erlaubt. Zunächst muss auf eine Lücke der bisherigen Untersuchungen hingewiesen werden. Es stehen noch Untersuchungen aus, die etwa mittels Karmin- oder Tuschezusatz Aufklärung über Richtung und Reichweite des erzeugten Wasserstromes geben. Zunächst ist wesentlich, ob die erzeugte Wasserströmung nur eine horizontale oder auch eine vertikale Komponente hat. Eine horizontale Strömung kann für die Atmung insofern von Bedeutung sein, als durch die erzeugten Turbulenzen eine Mikroschichtung am Gewässergrund gestört wird, aber sonst ist sie belanglos, da durch sie nur Wasser des gleichen respiratorischen Charakters, wie die Umgebung ihn hat, herangeführt wird. Eine vertikale Strömung hingegen kann respiratorisch noch brauchbares Wasser aus etwas höherer Schicht, oberhalb der „Mikroschichtung“ in den praktisch von O_2 freien Bereich des Schlammes herabsaugen.

Ehe wir exakte Daten über Reichweite und Richtung der durch die respiratorischen Bewegungen der Wassertiere, insbesondere der Chironomiden-Larven erzeugten Wasserströme haben, lassen sich einige Schlüsse aus der Art des Wohnröhrenbaus ziehen. Namentlich die Röhren stenoxymbionter Larven (*Tanyrtasus*-Formen) überragen mit ihrem nach oben gerichteten Vorderende oft nicht unwesentlich den Schlamm, dürften also der Erzeugung eines wirksamen, vertikal gerichteten Wasserstromes dienen. Über die Gestaltung des Röhrenbaus von *Chironomus*-Larven, namentlich von Formen der Seentiefe sind wir sehr mangelhaft unterrichtet, da ja aus der Tiefe heraufgebrachtes Material keine Beobachtungen mehr erlaubt. Nur vom Röhrenbau der Flachwasserform *Ch. thummi* haben wir brauchbare Bilder (vgl. THIENEMANN 1921). Auch die Röhren dieser Larve haben gewöhnlich ein kurzes, etwa vertikal gerichtetes Endstück der Röhre. Somit sind — namentlich bei stenoxymbionten Formen — Anzeichen dafür vorhanden, dass durch die Schlängelbewegungen der Larven auch ein vertikaler Wasserstrom, freilich fraglicher Reichweite erzeugt wird.

Es fällt auf, dass ein durch Schlängelbewegungen erzeugter, vertikal gerichteter Wasserstrom besonders bei Larven aus oligotrophen oder doch nur mässig eutrophen Gewässern wichtig zu sein scheint. Auch die Beobachtungen von LINDROTH und (tlw) von WALSHE betreffen Larven, die mit etwas Schlamm in gut durchlüftetes Wasser eingebracht wurden. Unter diesen Bedingungen dürfte eine Mikroschichtung gar nicht oder nur in geringem Masse entwickelt gewesen sein; es ist anzunehmen, dass in diesen Fällen Beschaffung von Wasser ausreichend guten respiratorischen Charakters und damit Fortsetzung des oxybiotischen Lebens durch Schlängelbewegungen möglich ist. Desgleichen halte ich es für wohl denkbar, dass lebhafte Schlängelbewegung, die man in Flachgewässern an Chironomiden-Larven, die keine Röhren bauen, und auch anderen Tieren (z.B. Hirudineen) beobachtet, durch Störung der Ausbildung einer Mikroschichtung ähnliche respirationsphysiologische Bedeutung haben.

Dagegen glaube ich nicht, dass diese Bewegungen für das Leben in stärker eutrophierten und namentlich tieferen Gewässern wesentliche Bedeutung im soeben angedeuteten Sinne haben. Wenn die von BRUNDIN entwickelten Gedanken nicht nur für die Tierwelt schwach eutrophierter Gewässer, sondern ganz allgemeine Gültigkeit hätten, so wäre zu fordern, dass die Tiefe stark eutrophierter Seen (etwa der Seen Ostholsteins) im Sommer frei von Chironomiden-Larven wäre; denn es fehlt schon von 10 m Tiefe ab O₂ völlig. Das durch respiratorische Bewegungen Wasser über 20—30 m und mehr herabgepumpt wird, ist nicht recht vorstellbar. Es ist zwar nicht abzuleugnen, dass die neuerliche starke Eutrophierung unserer

Seen von einem Rückgang der Chironomiden-Besiedlung begleitet ist, aber von einem Erlöschen der Fauna kann keine Rede sein, und für den Rückgang der Tierdichte sind m.E. andere Faktoren als der respiratorische Charakter des Biotops massgeblich.

Nach den Beobachtungen von B. WALSHE und eigenen Erfahrungen stellen Chironomus-Larven bei niederen O_2 -Partialdrucken des Wassers ziemlich bald, manche Arten sogar schon bei 5% O_2 im Medium ihre respiratorischen Bewegungen ein. In verstärktem Masse gilt dies für mit CO vergiftete Tiere. Die Einstellung der respiratorischen Bewegungen (und des Filterfressens) bedeutet jedoch keine irreversible Schädigung der Tiere, wenn der O_2 -Entzug nicht zu lange dauert. Vielfache Erfahrungen namentlich an den Larven von *Chir. thummi* haben mir gezeigt, dass die Aufrechterhaltung einer optimalen Atmungsgrösse für die *Chironomus*-Larven nicht von entscheidender Bedeutung ist. Die Möglichkeiten zur Beschaffung von O_2 aus dem Medium werden oft nicht voll ausgenutzt; es wird oft und leicht der Ersatz der oxybiotischen durch anaerobe Energiegewinnung gewählt. In der Erholungsphase, die im Vorstehenden nicht beachtet wurde, sieht man gewöhnlich ständige, heftige Schlängelbewegung ohne Ruhepausen. Es ist zwar denkbar, dass diese den Zweck haben, möglichst reichlich O_2 heranzuführen, der zur möglichst raschen Erledigung der durch vorangegangene Anaerobiose dem Organismus gestellten aeroben Aufgabe dient, aber es ist auch denkbar, dass der erzeugte Wasserstrom der Fortspülung abgeschiedener Stoffe des Spaltungsstoffwechsels dient. Damit sind wir beim aneroben Stoffwechsel und der Überwindung der durch ihn bedingten Schäden angelangt, die hier nicht besprochen sein sollen.

Abschliessend möchte ich nur noch betonen, dass nach meiner Überzeugung dieses, hier nicht behandelte Problem namentlich für ökologische Fragen weit bedeutsamer ist, als das Problem der Beschaffung von O_2 bei Erniedrigung des Partialdrucks. In meinem Buch (1951) habe ich daher diese letzteren in den Hintergrund treten lassen. Da ihnen jedoch — namentlich bei Betrachtung oligotropher und flacher Gewässer — einige Bedeutung zukommt, wurden sie in der vorstehenden Abhandlung etwas eingehender gewürdigt.

ZUSAMMENFASSUNG.

Es werden die Einrichtungen wirbelloser Tiere, die der Aufrechterhaltung des optimalen O_2 -Verbrauchs bei niedrigem Partialdruck des Mediums dienen können, betrachtet. Wirksam in dieser Richtung sind das Plastron und manchmal auch das geschlossene Tracheen

system. Beide können bei geeigneter Ausbildung die Atmungsgrösse bis zu sehr niedrigem Partialdruck aufrecht erhalten, sind aber nur bei beschränkter Steigerung des hydrostatischen Druckes, höchstens bis 20 m Tiefe funktionsfähig. Die Bedeutung respiratorischer Bewegungen wird kritisch betrachtet. Sie sind vor allem durch Störung der Mikroschichtung über Schlamm oligotropher oder schwach eutropher Gewässer wirksam, dürften dagegen für die Besiedlung der Tiefe stärker eutrophierter Seen keine Bedeutung haben.

LITERATUR

- ALSTERBERG, G. - 1922 - Die respiratorischen Mechanismen der Tubificiden. Lunds Univ. Arsskrif. NF. Avd. 2 18.
- BROCHER, F. - 1912 - Recherches sur la respiration des Insectes aquatiques adultes. Ann. Biol. lucustre 5 Les Haemonia, Les Elmides, Le Cybister, L'Hydrophile.
- 1912 - Observations biologiques sur quelque Curculides aquatiques. Ann. Biol. lucustre 5.
- BRUNDIN, L. - 1951 - The relation of O₂-microstratification at the Mud-Surface to the Ecology of the profundal Bottem Fauna. Frech-Water Research. Drottningholm Rep. No. 32, 32.
- FRANKENBERG, G. v. - 1915 - Die Schwimmblasen von Corethra. Zool. Jb. Abt. Allg. Zool. und Physiol. 35.
- GROTE, A. - 1934 - Der Sauerstoffgehalt der Seen. Stuttgart.
- HARNISCH, O. - 1927/29) Verbreitung und ökologische Bedeutung des Hämoglobins bei den Chironomidenlarven. Verh. Intern. Zool. Kongresses. Budapest.
- 1951 - Hydrophysiologie der Tiere. Stuttgart.
- KOCH, H. - 1936 - Recherches sur la Physiologie du system tracheen clos. Mem. Acad. Roy. Belgique, Cl. Sci. 16.
- KROGH, A. - 1911 - On the hydrostatic mechanism of the Corethra Larva with an account of methods of microscopical gasanalysis. Skand. Arch. Physiol. 25.
- LEITCH, J. - 1916 - The function of Hämoglobin in Invertebrates with special reference to Planorbis and Chironomus larvae. J. of Physiol. 50.
- LINDROTH, A. - 1942 - Periodische Ventilation bei der Larve von Chironomus plumosus Zool. Anz. 138, 244.
- 1943 - Die biologische Bedeutung des „Hämoglobins“ (Erythrocrurins) der Wirbellosen. Erg. der Biologie 19, 324.
- METZKY, J. - 1950 - Morphologie und Physiologie des Brachialorgans der Helminen-Larven. Österr. Zool. Za. 2, 585.
- DE RUITER, WOLVEKAMP, VAN TOOREN u. VLASBLOM - 1951/52 - Experiments on the Efficiency of the "physikal gill". Acta Physiol. Pharmacol. Neerl. 2 180.
- THIENEMANN, A. - 1921 - Schwedische Chironomiden. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. Bd. 2, 483.
- THORPE, W. H. and CRISP, D. J. - 1947/49 - Studies on Plastron Respiration. I—IV. Jl. Exper. Biol. 24, 26.
- THORPE, W. H. - 1950 - Plastron respiration in aquatic Insects. Biol. Rev. 25, 344.

- WAGNER, W. - 1926 - Bau und Funktion des Atmungssystems der Kiebelmücken. Zool. Jb. Allgemeine Zoolog. u. Physiol. 42.
- WALCHE, B. M. - 1947 - On the function of Haemoglobin in Chironomus after oxygen lack. Jl. exper. Biol. 24, 329.
- 1948 - The oxygen requirements and thermal resistance of Chironomid Larvae from flowing and from still waters. Jl. exper. Biol. 25, 35.
- 1950 - The function of Hämoglobin in Chironomus plumosus under natural conditions. Jl. exper. Biol. 27, 73.
- 1950 - Observations on the Biologie and Behaviour of larvae of the midge Rheotanytarsus. Jl. Quekett. Microsc. Club. Ser. 4, 3, 171.
- 1951 - The function of Hämoglobin in relation to filter feeding in leaf-mining Chironomid larvae. Jl. exper. Biol. 28, 57.

Neue russische algologische Literatur

BOHUSLAV FOTT

In der Sowjet-Union werden die Hauptergebnisse der algologischen Forschung in den für die Kryptogamenkunde bestimmten periodischen Abhandlungen veröffentlicht. Im Auflage der Akademie der Wissenschaften, die als ein organisatorisches und leitendes Zentrum aller wissenschaftlichen Arbeit tätig ist, erscheinen wieder nach dem Kriege die „*Notulae systematicae e sectione cryptogamica instituti botanici nomine V. L. Komarovii Academiae scientiarum URSS*“, russisch: *Botaničeskije matërialy otdëla sporovych rastënij*, die wichtige taxonomische Verhandlungen bringen. Die einzelnen Beiträge sind russisch geschrieben, doch die Titel der Arbeiten sowie die Diagnosen der neuen Arten sind ins Lateinische übersetzt, sodass die Hauptergebnisse auch für einen russisch nicht verstehenden Leser verständlich sind. Die Abbildungen der neuen Arten ergänzen bei der Mehrzahl der Neubeschreibungen die Diagnosen.

Im Hefte 1—6, T. VI, 1949 der erwähnten „*Notulae*“ sind folgende algologische Arbeiten:

A. M. MATVIENKO: De specie nova generis *Mallomonopsis* Matvienko. — p. 17—21. — Neubeschrieben: *Mallomonopsis robusta* sp. nova. Es ist die zweite Art der Gattung, die im Jahre 1941 in Trudi inst. botaniki Charkov T. IV aufgestellt wurde. Die Gattung *Mallomonopsis* Matv. unterscheidet sich von der morphologisch ganz ähnlichen Gattung *Mallomonas* Perty durch den Besitz von zwei Geisseln. Diese Erscheinung wurde auch von Lund (1942) in *The New Phytologist* 41: 286 als ein Gattungsmerkmal benützt und eine neue zweigeisslige *Mallomonas*-ähnliche Gattung *Ochromallomonas* Lund 1942 aufgestellt. Der Name *Mallomonopsis* Matvienko 1941 hat augensichtlich die Priorität, so dass die Gattung nun drei Arten enthält: *Mallomonopsis elliptica* Matvienko 1941, *Mallomonopsis pelophila* (Lund 1942) Fott comb. nova und *Mallomonopsis robusta* Matvienko 1949.

A. M. MATVIENKO: De Chrysomonade nova e viciniis Charkov. - P. 21—25. - Neubeschrieben: *Ochromonas Charkoviensis* sp. nova.

N. N. VORONICHIN: Ad systematicam generis *Scenedesmi* Meyen. - P. 25—27. - Neubeschrieben: *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. v. *maximus* W. et G. West f. *Smithianus* comb. et nom. nov.

N. T. DEDUSENKO-SCZEGOLEVA: Species atquae varietates novae generis *Scenedesmus* Meyen. - P. 27—33. - Neubeschrieben: *Scenedesmus apiculatus* (West) Chodat var. *irregularis* var. nova, *S. striatus* sp. nova, *S. striatus* var. *apiculatus* var. nova, *S. quadricauda* (Turp.) Bréb. var. *striatus* var. nova, *S. quadricauda* (Turp.) Bréb. var. *helveticus* (Chod.) comb. nova, *S. quadricauda* var. *Lefevrii* (Defl.) comb. nova, *S. quadricauda* var. *spinosus* var. nova, *S. protuberans* Fritsch var. *cristatus* (Chod.) comb. nova, *S. opoliensis* Richter var. *alatus* var. nova, *S. opoliensis* var. *setosus* var. nova, *S. echinulatus* sp. nova, *S. eupectinatus* sp. nova.

N. N. VORONICHIN: Algae novae nec non minus cognitae regionis Leningradensis - P. 33—42. - Neubeschrieben: *Hyalobryon deformans* (Aver.) Lem. var. *minus* var. nova, *Tetraspora elegans* spec. nova, die nach der Meinung des Referenten in die Gattung *Paulschulzia* Skuja 1948 gehört und soll daher *Paulschulzia elegans* (Voronichin) Fott comb. nova heissen, *Characium* (?) *bicaudatum* sp. nova, *Staurastrum arctiscon* (Ehr.) Lund. var. *nanum* var. nova, *Spirogyra pratensis* Trans. var. *minor* var. nova, *Calothrix Ramenskii* Elenk. var. *minor* var. nova, *Oscillatoria mucicola* sp. nova.

C. C. KOSINSKAJA: Desmidiaceae novae et rariores. - P. 42—46. - Neubeschrieben: *Closterium angustatum* Kütz. var. *gracile* var. nova, *Euastrum gemmatum* Bréb. var. *alatum* var. nova, *Staurastrum aversum* Lund. var. *inflatum* var. nova.

C. C. KOSINSKAJA: Desmidiaceae rariores et novae in Valdaj inventae. - P. 47—50. - Neubeschrieben: *Micrasterias papillifera* Bréb. var. *valdajensis* var. nova.

M. M. HOLLERBACH: Res nova de specie rara *Chara altaica* A. Br. em. Hollerbach. - P. 50—59.

M. M. HOLLERBACH: De *Chara jubata* A. Br. et *Chara contraria* A. Br. f. *jubataeformis* Vilh. in florae URSS notula. - P. 59—65.

A. P. ŽUZE (= Jousé): Algae Diatomaceae aetatis supernecretaceae ex arenis argillaceis systematis fluminis Bolschoy Aktay in declivitate orientali Ural borealis. - P. 65—78. - Neubeschrieben: *Stephanopyxis Schulzii* Steinecke var. *cretacea* var. nova, *Trinacria Anissimovii* sp. nova, *Pyxilla cretacea* sp. nova, *P. ascidiiformis* sp. nova, *Pterotheca uralica* sp. nova, *Aulacodiscus septus* A. S. f. *pentagona* et f. *tetragona* ff. novae, *Triceratium Schulzii* sp. nova, *Poretzkia* gen. novum, *P. mirabilis* sp. nova, *Hemiaulus fragilis* sp. nova, *Stictodiscus punctatus* sp. nova, *Dictyocha furcata* sp. nova, *Vallacerta simplex* sp. nova, *Corbisema geometrica* Hanna var. *apiculata* var. nova.

Im Bande VI. - (1950) - Heft 7—12, S. 97—220 sind folgende algologische Arbeiten: V. K. ČERNOV (TSCHERNOV): *Algarum species et formae novae stagnis inundatis fl. Vyczegda*. - S. 113—114. - Neube-

schrieben: *Trachelomonas superba* SVIRENKO var. *longispinosa* var. nova; *Trachelomonas suberba* SVIRENKO var. *brevispinosa* var. nova; *Trachelomonas dictyophora* sp. nova; *Trachelomonas ctenaria* sp. nova; *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) RALFS f. *incurvata* f. nova.

V. K. ČERNOV (= TSCHERNOV): De propagatione specierum unicornutarum generis *Pediastrum* in lacubus septentrionalibus URSS. - S. 114—117. - Behandelt *Pediastrum simplex* (MEYEN) LEMMER. und *P. clathratum* LEMM.

V. K. ČERNOV (= TSCHERNOV): Algarum species et formae novae raraeque e stagnis inundatis fl. Volga. - S. 117—125. - Neubeschrieben: *Trachelomonas armata* (EHR.) STEIN var. *verrucosa* var. nova; *Trachelomonas Raciborskii* var. *prorlongata* var. nova; *Trachelomonas volgensis* LEMM. var. *humerosus* var. nova; *Lepocinclis Marssonii* LEMM. var. *cylindrica* var. nova; *Actinastrum Hantschii* LAGERH. var. *gracile* var. nova; *Crucigenia rectangularis* (A. BRAUN) GAY var. *phaseolus* var. nova; (ist wohl nach der Meinung des Referenten mit *Tetrastrum anomalum* SMITH identisch, da diese Art manchmal keine Borsten entwickelt); *Coelastrum microporum* NÄG. var. *verrucosum* var. nova; *Anabaena cylindrospora* spec. nova; *Anabaena minima* sp. nova; *Gloeotrichia natans* (HEDW.) RABH. f. *thaumastophora* f. nova; *Urophagus minor* sp. nova; *Sphenomonas minor* sp. nova.

V. K. ČERNOV (= TSCHERNOV): Algae novae et rarae e stagnis Kareliae. - S. 125—126. - Neubeschrieben: *Lyngbya splendens* sp. nova.

E. K. KOSINSKAJA: De forma nova *Fischerella muscicola* (THUR.) GOM. - S. 127—129. - Neubeschrieben: *Fischerella muscicola* (THUR.) GOM. f. *crassa* forma nova.

N. N. VORONICHIN: Algae stagnorum mineralium in steppa Kuludensi inventae. - S. 129—134. - Neubeschrieben: *Anabaena variabilis* KITZ. var. *monile* var. nova; *Oscillatoria angusta* KOPPE var. *crassa* var. nova.

A. I. PROŠKINA-LAVRENKO (— PROSCHKINA-LAVRENKO): Algae e Molocznyj liman. - S. 134—147. - Eine Liste der 54 mit den Bemerkungen versehenen Algenbefunden mit kurzer Schilderung der Algenflora.

A. D. ZINOVA: De forma nova *Rhodymeniae palmatae* (L.) GREV. - S. 147—148. - Neubeschrieben: *Rhodymenia palmata* f. *murmanica* f. nova.

A. D. ZINOVA: De forma nova *Pylaiellae varia* KJELLM. - S. 149—151. - Neubeschrieben: *Pylaiella varia* KJELLM. f. *rhizodes* f. nova.

A. D. ZINOVA: De deflexionibus conformibus in structura sporangiorum multicellularum *Pylaiellae litoralis* et *Ectocarpi siliculosi*. - S. 151—155.

Im Bande VII - (1951), S. 1—250 der selben *Notulae* sind folgende algologische Arbeiten zu erwähnen:

A. M. MATVIENKO: Chrysomonadinae paludis Charkoviensis Mochovatoje. - S. 10—18. - Neubeschrieben: *Chrysamoeba tenera* sp. nova; *Chrysococcus triporus* sp. nova; *Ochromonas sphaerocystis* spec. nova; *Ochromonas coronifera* sp. nova; sonst ist der von MEYER beschriebene *Chrysothallus baikalensis* aufgefunden, abgebildet und besprochen.

A. M. MATVIENKO: De specie nova-Bumilleriopsis terricola MATV. - S. 18—24.

A. P. ŽUZE (= JOUSE): Diatomeae aetatis palaeocaeni Uralh septentrionalis. - S. 24—42. - Neubeschrieben: *Podosira aspera* sp. nova; *Stephanopyxis minutus* sp. nova; *Coscinodiscus sexradiatus* sp. nova. - *Poretzkia futilis* spec. nova. - *Poretzkia mendatum* sp. nova; *Poretzkia nuda* sp. nova; *Acanthodiscus Schmidtii* sp. nova; *Acanthodiscus vulcaniformis* sp. nova; *Arachnodiscus Ehrenbergii* BAIL. f. *palaeocaenicus alfa* f. nova und f. *palaeocaenicus beta* f. nova; *Triceratium gemmatum* sp. nova; *Triceratium Heibergii* GRUN. var. *rostratum* var. nova; *Triceratium Kolbei* HUST. var. *uralense* var. nova; *Trinacria excavata* HEIB. f. *cretacea* f. nova; - *Hemiaulus arcticus* GRUN. f. *crenulatus* f. nova; *Hemiaulus menisculus* sp. nova; *Hemiaulus Proschkinaelavrenkoae* sp. nova; *Hemiaulus undulatus* sp. nova; *Pterotheca aculeifera* var. *spinosa* var. nova; *Pterotheca carinifera* GRUN. var. *tenuis* var. nova; *Grunoviella palaeocaenica* sp. nova; *Raphoneis elliptica* sp. nova; *Sceptroneis Wittii* sp. nova.

A. P. ŽUZE (= JOUSE): Diatomeae et silicoflagellatae aetatis cretae supernae e montibus Uralensibus septentrionalibus. - S. 42—65. - Neubeschrieben: *Melosira cretacea* sp. nova; *Hyalodiscus Scheschukovii* sp. nova; *Stephanopyxis antiquus* sp. nova; *Stephanopyxis cancellatus* sp. nova; *Stephanopyxis fuscus* sp. nova; *Biddulphia Thuomeyi* (BAIL) ROPER f. *cretacea* f. nova; *Trinacria indefinita* sp. nova; *Hemiaulus antiquus* sp. nova; *Hemiaulus asymmetricus* sp. nova; *Hemiaulus echinulatus* sp. nova; *Hemiaulus pra-elegans* sp. nova; *Hemiaulus polycystinorum* GRUN. var. *brevicornis* var. nova; *Hemiaulus speciosus* sp. nova; *Gladius clavatus* sp. nova; *Pyxilla conoidalis* sp. nova; *Pterotheca Pokrovskajae* sp. nova; *Pseudopyxilla aculeata* sp. nova; *Corbisema geometrica* HANNA var. *apiculata* var. nova.

I. A. KISELEV: Species nova Aphanizomenon e flum. Volhga. - S. 65—68. - Neubeschrieben: *Aphanizomenon Elenkinii* sp. nova.

A. I. PROŠKINA-LAVRENKO (= PROSCHKINA-LAVRENKO): Algae nonnulae novae II. - S. 69—74. - Neubeschrieben: *Synechocystis planctonica* sp. nova. - *Pseudoholopedia convoluta* (BRÉB.) ELENK. var. *subsalina* var. nova; *Dermocarpa versicolor* (BORZI) GEITL. var.

subsalsa var. nova; *Myxosarcina sphaerica* sp. nova; *Synedra curvata* sp. nova.

C. C. KOSINSKAJA: De specie nova genere *Anabaena* Bory. - S. 75—77. - Neubeschrieben: *Anabaena tatarica* sp. nova.

C. C. KOSINSKAJA: Ad morphologiam *Gloeotrichiae pisi* (Ag.) Thur. - S. 77—80.

C. C. KOSINSKAJA: Desmidiaceae rariores et novae regionis Leningradensis. - S. 80—84. - Neubeschrieben: *Cosmarium abbreviatum* RAB. f. *depressum* f. nova.

V. I. POLJANSKIJ (—POLJANSKY): Species generis *Spirogyra* LINK novae et curiosae. - S. 84—98. - Neubeschrieben: *Spirogyra Krübergii* sp. nova; *S. setiformis* (ROTH) KÜTZ. f. *diversi zygotica* f. nova; *S. subsala* KÜTZ. f. *uralensis* f. nova.

M. M. HOLLERBACH: De *Chara gymnopitydi* A. Br. in URSS inventa. - S. 98—104.

A. D. ZINOVA: De forma nova *Desmarestiae aculeatae*. - S. 105. - Neubeschrieben: *Desmarestia aculeata* (L.) LAM. f. *viridescens* f. nova.

Reproduction by Zoospores in *Planktosphaeria gelatinosa* G. M. Smith¹⁾

RICHARD C. STARR

In an earlier paper (STARR, 1925) the writer reported the results of a comparative study of seven spherical genera belonging to the Chlorococcaceae. These genera were delimited from each other by differences in (1) type of zoospore, (2) type of chromatophore in the vegetative cells and (3) the presence or absence of pyrenoids in the vegetative cells. In a liquid culture inoculated with soil from a flower bed at the residence of Dr. ALMA G. STOKEY, Woods Hole, Massachusetts, there appeared a spherical chlorococcaceous alga which was unlike any of the previously described genera. From this mixed culture, single cells were isolated with fine glass pipettes and placed in separate tubes of soil-water medium (PRINGSHEIM, 1950). Attempts to rid the cultures of bacteria have been as yet unsuccessful; therefore, the alga is maintained in soil-water medium. When first started, cultures were illuminated by fluorescent tubes giving a light of 500 + footcandles intensity; after macroscopically observable growth had appeared, the cultures were transferred to light of 75 to 100 footcandles intensity. A constant temperature of 70° F. was maintained in the culture room.

The alga isolated from the soil agrees in many respects with those reported for *Planktosphaeria gelatinosa* G. M. SMITH (1918), a genus and species of planktonic alga from a Wisconsin lake. SMITH's (1918) description reports that reproduction is only by autospores, but in a later publication (1933) he mentions the possibility of reproduction by zoöspores as well. SMITH (1950) reverts to his original idea of the reproduction of the genus *Planktosphaeria*.

The isolation of a spherical alga which is like *Planktosphaeria gelatinosa*, and which reproduces by autospores and zoöspores, confirms SMITH's (1933) suspicions of zoöspore production in the genus. As he anticipated, confirmation that zoöspores are produced by *Planktosphaeria* necessitates its transfer from the Oocystaceae

¹⁾ This paper is part of a larger investigation of soil algae made possible through a grant from the Research Fund of the Graduate School of Indiana University.

to the Chlorococcaceae. In order to more accurately delimit *Planktosphaeria* from other spherical members of the Chlorococcaceae (STARR, 1952), *Planktosphaeria gelatinosa* is redescribed on the basis of observations of both living and stained cells in all phases of growth in unialgal cultures.

The vegetative cells of *P. gelatinosa* are spherical at all ages, and occur as solitary individuals (figs. 1—13) or in groups of 4, 8 or 16 cells surrounded by a gelatinous sheath (fig. 16). Young vegetative cells are often surrounded by gelatin (fig. 15a), but in older cells the gelatinous layer may be lacking. In soil-water cultures, vegetative cells reach a maximum diameter of 20 microns; on agar, a maximum diameter of 32 microns has been observed. The chromatophore of the smallest cells is a hollow parietal sphere with a pyrenoid embedded in one side (figs. 1, 2). As a vegetative cell enlarges, the chromatophore divides and redivides to form numerous parietal segments. In smaller cells, they are plate-like (figs. 4, 5, 7, 8); in the larger ones, the chromatophores are prismatic (figs. 10—13). Each of the chromatophores contains a single pyrenoid; starch is produced in abundance.

The vegetative cells are uninucleate only as long as there is a single hollow spherical chromatophore (fig. 3). The nuclei increase in number with the increase in number of chromatophores. In small cells containing 1, 2 or 4 nuclei, as seen in mounts stained with iron alum haematoxylin, there is a corresponding number of chromatophores (figs. 3, 6). Whether this holds true for larger cells with greater numbers of chromatophores could not be ascertained from the stained preparations; it is certain, however, that there is an increase in the number of nuclei in these large cells. In some living cells a region in the center of the cell appears to be occupied by protoplasm of a refractive index different from that of the cytoplasm immediately beneath the chromatophores. The small size of the nuclei, as seen in stained mounts, prevents their positive identification in living cells.

Asexual reproduction in *P. gelatinosa* is accomplished by means of zoöspores and autospores; sexual reproduction was not observed. Zoöspores and autospores arise as a result of the progressive cleavage of the multinucleate protoplast. Cells of all sizes may form zoöspores. The smallest cells have been observed to give rise to two zoöspores; large cells may produce 32 or 64, or even more in exceptional cases. The production of zoöspores can be initiated by transferring cells which have been growing on an agar medium to distilled water. Zoöspore formation is easily observed in hanging drop preparations. Within 12 to 24 hours after their transfer to distilled water, many cells can be observed in various stages of zoösporogenesis. Release of zoöspores is accomplished by a rapid swelling of the sporangial

wall to 3 or 4 times its normal thickness, followed by its rupture in one or more places. This entire process of release is accomplished in 1 to 2 minutes under the conditions of observation. The remains of the old sporangial wall have a refractive index close to that of water, and so it can be seen only with difficulty after the zoöspores have been released.

The zoöspores of *P. gelatinosa* vary from elongate to almost spherical in shape, and when first released, they average 9 microns in length by 3 microns in width (fig. 14). There may be variations of several microns from these averages in almost any population observed. Each zoöspore is without walls and possesses two flagella of equal length. Other features include a single anterior stigma, two anterior contractile vacuoles and a parietal chromatophore in which a pyrenoid may or may not be apparent. The zoöspores swim actively in the water, but within a few hours after release they settle down and form spherical vegetative cells (fig. 15a). A thick layer of gelatin is secreted immediately by these cells (fig. 15b). None of the zoöspores examined showed the presence of any gelatinous material; hence it would appear that the gelatin is an active secretion of the young vegetative cells and not the remains of the gelatinized sporangial wall.

Autospore formation is the usual method of reproduction in soil-water cultures. The swollen sporangial wall and the gelatin secreted by each autospore form a matrix which holds the aplanospores in small groups of 4, 8 or 16 (fig. 16).

It should be noted that the only stages observed in soil-water cultures were the autospore groups and the smaller vegetative cells which had either a single chromatophore or several plate-like chromatophores. Growth in soil-water culture is comparable to the conditions of planktonic existence, and, in this medium, only those stages are apparent which Smith reported for *Planktosphaeria* as a planktonic organism. Upon transfer to agar the vegetative cells enlarge and the chromatophores increase in number, becoming prismatic in shape. The subsequent change in environment from agar back to liquid is apparently necessary for evoking zoöspore production.

Mention should be made of *Follicularia paradoxalis* MILLER (1924) which was described from the plankton of a lake in Russia. MILLER grew this alga in culture and observed many stages similar to those which the writer has reported for *Planktosphaeria gelatinosa* in this paper. MILLER, however, noted the production of a granular photosynthetic reserve which did not give a positive starch test. If this observation is correct, then *Follicularia* can not be considered as belonging to the Chlorophyceae; if it is incorrect, the genus must be considered synonymous with *Planktosphaeria*, which has priority over it. The absence of stigmata and contractile vacuoles in the zoö-

spores and the copious secretion of gelatin around the vegetative cells would indicate that MILLER's alga was different from *Planktosphaeria gelatinosa*. The production of zoöspores which often had 2 to 5 pairs of flagella would seem to be a result of incomplete cleavage of the sporangial protoplast. FRITSCH's (1935) interpretation of this multiflagellate condition as a primitive phylogenetic stage in the evolution of a multiflagellate zoöspore is of questionable validity.

The writer proposes that *Follicularia paradoxalis* MILLER be removed to the genus *Planktosphaeria* in the family Chlorococcaceae of the Chlorococcales. The alga should now be called *Planktosphaeria paradoxalis* (MILLER) comb. nov. (= *Follicularia paradoxalis* MILLER, 1924).

SUMMARY

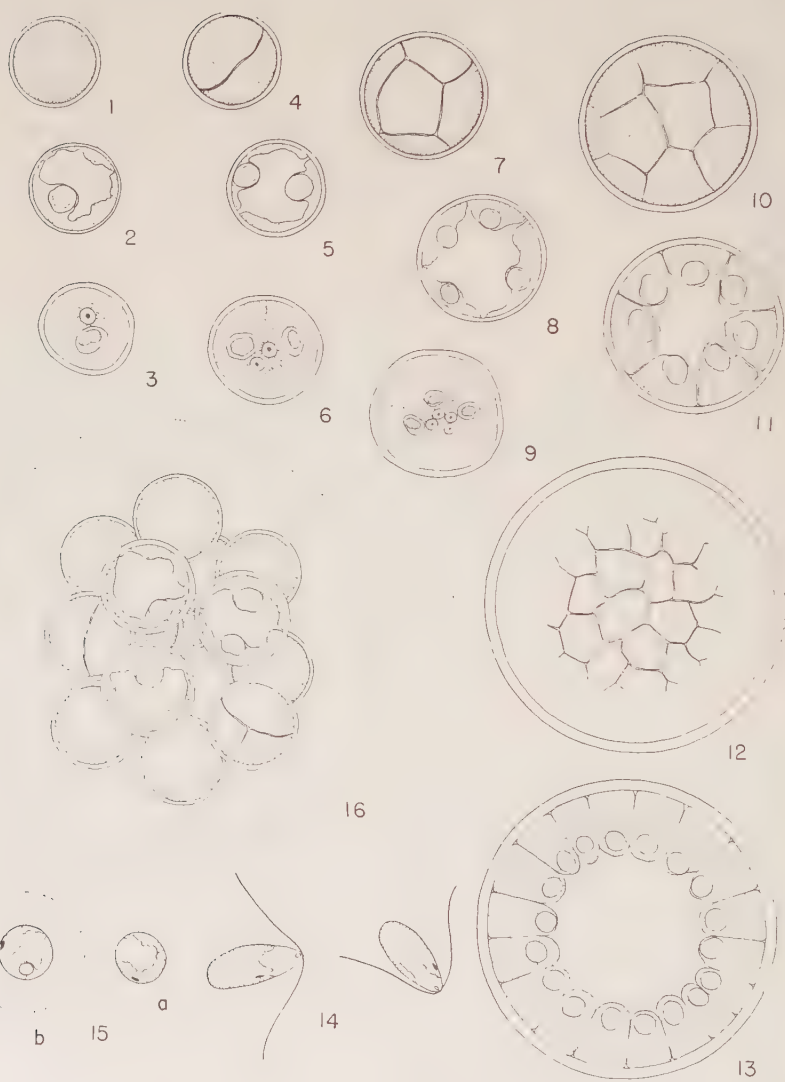
Planktosphaeria gelatinosa SMITH is redescribed from observations in unialgal culture of all phases of the life history. The genus *Planktosphaeria* is delimited from other spherical genera of the Chlorococcaceae by the possession of vegetative cells with many separate chromatophores, each with a pyrenoid, and the production of naked zoöspores with two equal flagella. The confirmation of zoöspore production in *Planktosphaeria* necessitates its removal from the Oocystaceae to the Chlorococcaceae.

Unialgal cultures of *Planktosphaeria gelatinosa* are maintained in soil-water medium by the writer at Indiana University (No. 124).

LITERATURE CITED

- FRITSCH, F. E. - 1935 - The structure and reproduction of the algae, Vol. I. 791 pp. Cambridge.
MILLER, W. - 1924 - *Follicularia*, eine neue Chlorophyceengattung. Russkii Arkhiv Protistologii 3: 171—173.
PRINGSHEIM, E. G. - 1950 - The soil-water culture technique for growing algae, pp. 19—26, in: The culturing of algae, 114 pp. Yellow Springs, Ohio.
SMITH, G. M. - 1918 - A second list of algae found in Wisconsin Lakes. Trans. Wisconsin Acad. 19: 614—654.
SMITH, G. M. - 1933 - The fresh-water algae of the United States. 716 pp. New York.
SMITH, G. M. - 1950 - The fresh-water algae of the United States. 2nd Edition, 719 pp. New York.
STARR, R. C. - 1952 - Studies in the Chlorococcales: *Chlorococcum* Fries and other spherical, zoöspore-producing genera (Thesis, Vanderbilt University).

Address of the author:
College of Arts and Sciences
DEPARTMENT OF BOTANY
Indiana University, Bloomington, Indiana.



EXPLANATION OF FIGURES 1—16

All figures were drawn with the aid of a camera lucida; the approximate magnification is $\times 1700$. All figures are from living material except where indicated in the legends.

Planktosphaeria gelatinosa G. M. SMITH. Fig. 1. Surface view of young vegetative cell. — Fig. 2. Median optical section of same cell. — Fig. 3. Stained vegetative cell, showing one nucleus and one pyrenoid. — Fig. 4. Vegetative cell with two chromatophores, in surface view. — Fig. 5. Median optical section of same cell. — Fig. 6. Stained cell showing two nuclei and two pyrenoids. — Fig. 7. Vegetative cell with eight chromatophores, in surface view. — Fig. 8. Median optical section of same cell. — Fig. 9. Stained vegetative cell, in median optical section, showing three pyrenoids and four nuclei; other pyrenoids and nuclei lie in different planes of section. — Figs. 10—13. Vegetative cells with numerous prism-like chromatophores. Figs. 10 and 12 are in surface view; Figs. 11 and 13 are in median optical section. — Fig. 14. Two zoöspores of the *Protosiphon* type. — Fig. 15a. Spherical quiescent zoöspore as it begins transformation into vegetative cell. — Fig. 15b. Young vegetative cell recently formed from zoöspore. — Fig. 16. Group of aplanospores surrounded by gelatinous sheath.

Bibliography

G. W. PRESCOTT - "Algae of the Western Great Lakes Area" Cranbrook Institute of Science —Bloomfield Hills Michigan 1951, 946 p., \$ 10.50. The author of this book gives a full description and good keys of all Algae known of the Great Lake District.

The plates are very clear and stand out by their particularly practical simplicity. Over 1,000 species are described and illustrated. However the diagnoses of the species are succinct. In the introduction the author deals with all kinds of details concerning the geological features and the algal distribution, also the relationship of phytoplankton to lake productivity. So these first 49 pages are a concise but good introduction that will be a helpful aid to the readers who are not specialized in limnology.

It is one of the publications of the Cranbrook Series. By means of illustrations a quite useful explanation of scientific terms is given on p. 52—64.

The fact that most of these Algae are cosmopolites brings about that the book will reach a wide range of algologists of Europe and the Northern Hemisphere.

P. VAN OYE.

MARY GOJDICS - "The Genus *Euglena*" Madison—The University of Wisconsin Press 1953, 268 p., 39 fig., \$ 6.50.

A very complete monograph on the genus *Euglena*.

In the first part "General Discussion" the author gives a survey of the size, shape, pellicle and metaboly and all other morphological characteristics, ending with a definition and a systematical position of *Euglena*. After a good key to the species there follows a complete taxonomy of all known species.

It is certainly the most complete work on this genus and it has to be taken into consideration by all who are interested in flagellates, esp. the species *Euglena*.

From a typographical point of view this publication also deserves our attention: binding, lettering, jacket design and illustration are excellent.

P. VAN OYE.

LEWIS HANFORD TIFFANY & MAX EDWIN BRITTON - "The Algae of Illinois" University of Chicago Press, Chicago 37, 1952, \$ 10.

This book treats all Algae including Desmidiaceae and Bacillariophyceae. Consequently it has to be very concise, for all this is dealt with in 380 pages. For example: under *Batrachospermum* only one species is given. Of the large Genus *Closterium* only 19 are treated. Of *Euas-trum* only 3 and of *Cosmarium* only 34.

From the other side however there are unmistakable qualities that make up for the succinctness: the illustrations, the keys and the descriptions are first-rate.

To all those who only want to be able of determining the most diffused species, this book will be a very good guide.

P. VAN OYE.

- CORLISS, J. O. - Comparative Studies on Holotrichous Ciliates in the *Colpidium*—*Glaucoma*—*Leucophrys*—*Tetrahymena* Group. I. General Considerations and History of Strains in Pure Culture, *Tr. Amer. Microsc. Soc.*, LXXI, no. 2, 1952, 159—184, 1 table, 2 pl.
Giving an abbreviated history of the 26 congeneric strains still maintained on both sides of the Atlantic.
- CORLISS, J. O. - Systematic Status of the Pure Culture Ciliate known as „*Tetrahymena geleii*” and „*Glaucoma piriformis*”, *Science*, 116, no. 3005, 1952, 118—119.
Concludes that the correct name for the Ciliate under consideration should be *Tetrahymena pyriformis* (Ehrbg., 1830) Lwoff, 1947.
- JÄRNEFELT, H. - Die Fische und die Gewässertypen, *Verh. Int. Ver. f. theor. u. angew. Limnol.*, X, 1949, 216—231, 3 tables, 5 diagr.
Fish and Water types. Distribution of various Fish species in various types of Finnish lakes.
- JÄRNEFELT, H. - Beobachtungen über die Vertikalverteilung des Planktons, *Verh. Int. Ver. f. theor. u. angew. Limnol.*, XI, 1951, 213—218, 5 tables.
Observations on the vertical distribution of Plankton.
- JÄRNEFELT, H. - Plankton als Indikator der Trophiegruppen der Seen, *Ann. Aca. Sci. Fenn.*, ser. A, IV. Biologica, no 18, 1952, 20 p., 3 fig., 9 tables.
Plankton as indicator of trophy groups in lakes.
- GILLARD, A. - Quelques Nouveaux Rotateurs du Katanga, *Rev. Zool. Bot. Afr.*, XLVI, 1—2, 1952, 179—183, 3 fig.
New Rotifers from Katanga, Belgian Congo. Description of *Lepadella vandenbrandei* n. sp., *Testudinella vidzemensis alofsi* n. sp., *T. berzinsi* n. sp.
- RIJKSINSTITUUT VOOR ZUIVERING VAN AFVALWATER - Verslag der werkzaamheden 1950/1951, 's-Gravenhage, 104 p., figs., maps, diagr.
Contents: I. Introduction. — II. Investigations on surface waters. — III. Proposals regarding carrying off and purification of sewage. — IV. Other investigations and activities. — V. Chemical and biological laboratory investigations.
- RUSSELL, F. S. - The Relation of Plankton Research to Fisheries Hydrography, *Rapp. et Proc.-Verb.* Vol. 131, 1952, Cons. Internat. Explor. de la Mer, 28—34.
Two main points are discussed: Direct effects of plankton on fishing, and Plankton and hydrography.
- RUSSELL, F. S. - A Re-examination of *Calanus* collected off Plymouth, *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, XXX, 1951, 313—314.
- JAARCIJFERS OVER DE VISSERIJ GEDURENDE HET JAAR 1951 - *Versl. en Med. van de Directie van de Visserijen*, no 43, 1951 (1952), 112 p., 25 tables.
- SCHILLER, J. - Neue oder wenig bekannte Mikrophyten aus dem Neusiedler See und benachbarten Gebieten, *Öst. Bot. Ztschr.*, 99, 2/3, 1952, 363—369, 3 fig.
New or less known microphyta from the Neusiedler Lake and vicinity. Described as new: *Euglena repulsans* n. sp.
- SCHILLER, J. - Neue Mikrophyten aus dem Neusiedler See und benachbarten Gebieten, *Öst. Bot. Ztschr.*, 99, 1, 1952, 100—117, 12 fig.
New microphyta from the Neusiedler Lake and vicinity. Described as new: *Pseudopedinella disciformis* n. sp., *Chlamydomonas cyanea* n. sp., *Ch. anticontata* n. sp., *Ch. pyrenoidosa* n. sp., *Ch. rastrichloris* n. sp., *Ch. Serbinowii*, var. *postmaculata* n. var., *Ch. Springeri* n. sp., *Ch. pyriformis* n. sp.

- JORGENSEN, E. G. - Notes on the Ecology of the Diatom *Navicula accomoda* Hustedt, *Bot. Tidskr.*, 49, 2, 1952, 189—191, 1 fig.
- JORGENSEN, E. G. - Effects of Different Silicon Concentrations on the Growth of Diatoms, *Physiologia Plantarum*, 5, 1952, 161—170, 4 fig., 1 table.
- MANN, K. H. - On the Bionomics and Distribution of *Theromyzon tessulatum* (O. F. Müller), 1774 (= *Protoclepsia tessellata*), *A. M. N. H.*, (12) 4, 1951, 956—961, 3 tables.
- THOMASSON, K. - Contributions to the Knowledge of the Plankton in Scandinavian Mountain, *Svensk Bot. Tidskr.*, 46, 2, 1952, 228—241, 28 fig., 1 table, 3 pl.
Described as new: *Staurostrum kebnekaisense* sp. n., *St. pseudolagerheimii* sp. n., *St. pseudopelagicum* West & West, var. *spinosa* n. var., as well as a couple of „forms”.
- GILLARD, A. - Raderdieren van Katanga (1), *Meded. Landbouwhogeschool Gent*, XVII, no 2, 1952, 333—352, 5 fig., 2 pl., 1 map.
Rotifers from Katanga (Belgian Congo). Twenty eight species are listed, sixteen of which are new for the Colony.
- GILLARD, A. - Het Geslacht *Polyarthra* Ehrenberg (Rotatoria) in België, *Meded. Landbouwhogeschool Gent*, XVII, no 2, 319—325, 1 pl.
The Genus *Polyarthra* (Ehrenberg) in Belgium. Five species are listed, three of which are new for Belgium. A key to all the eight species of the genus is given.
- GILLARD, A. - Bijdrage tot de studie der Raderdierfauna van België, *Meded. Landbouwhogeschool Gent*, XVII, no 2, 1952, 326—332, 3 fig.
Contribution to the study of the Rotifer fauna of Belgium. Four species are listed as new for Belgium.

Dr W. JUNK, PUBLISHERS, THE HAGUE, NETHERLANDS

SYMPOSIA

of the

IXth international congress of entomology (Amsterdam, August 17—24, 1951)

1953. 8°. 364 p.w. 107 fig. and 2 plates f 20.—

Contents: The male genital apparatus of insects and its significance for taxonomy — Seven problems of zoological nomenclature — Experimental aspects of metamorphosis — The physiological relations between insects and their host plants — Biology of reproduction and care for progeny — Distribution of insects and climate of the past — Theoretical and practical phenology — Regulation of population density in forest insects — Epidemiology of tropical and subtropical insects — The *Culex pipiens* complex — Organic phosphorus and systemic insecticides — Development of resistance to insecticides in houseflies — The value of some taxonomical characters for the classification of spiders — Index of authors and papers.

PHYSIOLOGIA COMPARATA ET OECOLOGIA

AN INTERNATIONAL JOURNAL OF
COMPARATIVE PHYSIOLOGY AND ECOLOGY

EDITED BY:

J. TEN CATE, Amsterdam

R. CHAUVIN, Paris

S. DIJKGRAAF, Utrecht

M. FLORKIN, Liège

M. FONTAINE, Paris

H. HEDIGER, Zürich

B. A. HOUSSEY, Buenos Aires

C. W. MENG, Peiping

C. F. A. PANTIN, Cambridge

CHR. ROMIJN, Utrecht

P. SAWAYA, São Paulo

P. F. SCHOLANDER, Swartmore

E. J. SLIJPER, Amsterdam

H. J. VONK, Bogor

J. H. WELSH, Cambridge, Mass.

C. A. G. WIERSMA, Pasadena

J. DE WILDE, Wageningen

G. M. YONGE, Glasgow

Current issue: Vol. IV f 36.—

CONTENTS

MARLIER G. Recherches hydrobiologiques dans les rivières du Congo Oriental	225
PITSCHMANN H. Zur Kenntnis der Biologie Alpiner Kleingewässer. Zwei Subalpine Mooreseen Nord Tirols	265
BÉRZINS B. Zur Rotatorienfauna Siziliens	309
BÉRZINS B. Nomenklatorische Bemerkungen an einigen planktischen Rotatorien-Arten aus der Gattung Keratella.	321
FJERDINGSTAD E. Bodo minus Klein. Notes on its Ecology and Significance for Estimation of Sewage	328
van der WERFF A. Diatoms in plankton samples of the Willem Barendsz.-Expedition 1947	331
BROOK A. J. The bottom-living algal flora of slow sand filter beds of waterworks	333
NIELSEN C. S. The non-sheated Oscillatoriaceae of Northern Florida	352
TAYLOR F. J. A new Chrysophycean Flagellate: Sphaerobryon fimbriata gen. et sp. nov.	369
HARNISCH O. Einrichtungen der Tiere zur Aufrechterhaltung des optimalen Sauerstoffverbrauchs bei erniedrigtem Partialdruck	372
FOTT B. Neue russische algologische Literatur	387
STARR R. C. Reproduction by Zoospores in Planktosphaeria gelatinosa G. M. SMITH	392
Bibliography	398

Prix de souscription d'un volume (env. 400 p. en 4 fasc.) . . . fl. holl. 40.—

Subscription price for the volume (about 400 pp. in 4 parts) Dutch fl. 40.—

Abonnement pro Band (ca. 400 Seiten in Heften) . . . Holl. fl. 40.—